

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: **Taketo WATANABE, et al.**

Group Art Unit: **Not Yet Assigned**

Serial No.: **Not Yet Assigned**

Examiner: **Not Yet Assigned**

Filed: **August 5, 2003**

For: **SEMICONDUCTOR DEVICE, MANUFACTURING METHOD THEREOF, AND  
CMOS INTEGRATED CIRCUIT DEVICE**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Date: August 5, 2003

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2002-238554, filed August 19, 2002**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully submitted,

ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP



Donald W. Hanson  
Attorney for Applicants  
Reg. No. 27,133

DWH/jaz  
Atty. Docket No. **030927**  
Suite 1000  
1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
(202) 659-2930



**23850**

PATENT TRADEMARK OFFICE

PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy  
of the following application as filed with this office.

Date of Application: August 19, 2002

Application Number: No. 2002-238554  
[ST.10/C]: [JP2002-238554]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

December 27, 2002

Commissioner,  
Patent Office

Shinichiro Ota (Seal)

Certificate No. 2002-3102706

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-238554

[ST.10/C]:

[JP2002-238554]

出 願 人

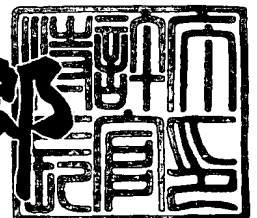
Applicant(s):

富士通株式会社

2002年12月27日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2002-3102706

【書類名】 特許願

【整理番号】 0240237

【提出日】 平成14年 8月19日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01L 27/08  
H01L 29/78  
H01L 21/265

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法、CMOS集積回路装置

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 渡邊 武人

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 野村 俊雄

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 川合 真一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 川股 隆行

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内

【氏名】 佐藤 成生

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン  
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114942

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置およびその製造方法、CMOS集積回路装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、

前記半導体基板上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極と、

前記半導体基板中、前記ゲート電極の両側に形成された第1導電型のソース領域およびドレイン領域と、

前記半導体基板中、前記ソース領域と前記ドレイン領域との間に、前記ソース領域およびドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第2導電型のパンチスルーストップ領域とよりなり、

前記パンチスルーストップ領域中における前記第2導電型不純物元素の濃度は、前記ソース領域およびドレイン領域の間における基板濃度の少なくとも5倍に設定されていることを特徴とする半導体装置。

【請求項2】 前記パンチスルーストップ領域は、前記ソース領域およびドレイン領域の接合深さよりも深い位置まで延在することを特徴とする請求項1記載の半導体装置。

【請求項3】 前記パンチスルーストップ領域は、前記半導体基板中に形成されるチャンネルの表面から10nm以下の深さに上端が位置するように形成されることを特徴とする請求項1または2記載の半導体装置。

【請求項4】 前記パンチスルーストップ領域は、10nm以上の幅を有することを特徴とする請求項1～3のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

【請求項5】 第1導電型を有し、第2導電型の反転チャンネルを有する第1の素子が形成される第1の素子領域と、第2導電型を有し、第1導電型チャンネルを有する第2の素子が形成される第2の素子領域とを画成された半導体基板と、

前記第1の素子領域中に、前記半導体基板表面から離間して形成された、より高い不純物濃度を有する第1導電型の第1のウェルと、

前記第2の素子領域中に、前記半導体基板表面から離間して形成された、より高い不純物濃度を有する第2導電型の第2のウェルと、

前記半導体基板上に、前記第 1 の素子領域に対応して第 1 のゲート絶縁膜を介して形成された第 1 のゲート電極と、

前記半導体基板上に、前記第 2 の素子領域に対応して第 2 のゲート絶縁膜を介して形成された第 2 のゲート電極と、

前記半導体基板中、前記第 1 の素子領域において、前記第 1 のゲート電極の両側に、前記第 1 のウェルから離間して形成された第 2 導電型の第 1 のソース領域および第 1 のドレイン領域と、

前記半導体基板中、前記第 2 の素子領域において、前記第 2 のゲート電極の両側に、前記第 2 のウェルから離間して形成された第 1 導電型の第 2 のソース領域および第 2 のドレイン領域と、

前記半導体基板中、前記第 1 の素子領域において、前記第 1 のソース領域と前記第 1 のドレイン領域との間に、前記第 1 のソース領域および前記第 1 のドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第 1 導電型の第 1 のパンチスルーストップ領域と、

前記半導体基板中、前記第 2 の素子領域において、前記第 2 のソース領域と前記第 2 のドレイン領域との間に、前記第 2 のソース領域と前記第 2 のドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第 2 導電型の第 2 のパンチスルーストップ領域とよりなり、

前記第 1 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 1 のウェルの近傍に到達し、

前記第 2 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 2 のウェルの近傍に到達することを特徴とする CMOS 集積回路装置。

【請求項 6】 前記第 1 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 1 のウェルに到達し、前記第 2 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 2 のウェルに到達することを特徴とする請求項 5 記載の CMOS 集積回路装置。

【請求項 7】 半導体基板表面に、チャンネル領域に対応してダミーゲート電極を形成する工程と、

前記ダミーゲート電極パターンをマスクに、前記半導体基板中に第 1 導電型の不純物元素を導入し、ソース領域およびドレイン領域を形成する工程と、

前記半導体基板表面に、前記ダミーゲート電極を覆うように絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜を前記ダミーゲート電極が露出するまで研磨する工程と、

前記ダミーゲート電極を除去し、前記絶縁膜中に開口部を形成する工程と、

前記開口部側壁面に、側壁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜および前記側壁膜をマスクに、前記半導体基板中に、少なくとも2回、第2導電型の不純物元素を異なった加速電圧でイオン注入し、前記基板面に対して垂直方向に延在するパンチスルーストッパを形成する工程とよりなり、

前記パンチスルーストッパを形成する工程は、前記ソース領域およびドレイン領域を形成する工程よりも後で実行されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項8】 前記パンチスルーストッパを形成する工程は、前記第2導電型不純物元素として、BおよびPのいずれか一方を使うことを特徴とする請求項7記載の半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は一般に半導体装置に係り、特に短いゲート長を有する超高速半導体装置およびその製造方法に関する。

【0002】

微細化技術の進歩により、今日の超高速半導体装置では0.1  $\mu$ mあるいはそれ以下のゲート長が可能になりつつあり、このような超微細化半導体装置を使って超高速動作を実現する試みがなされている。

【0003】

【従来の技術】

一方、このような超微細化半導体装置では、ゲート長を短縮した結果、いわゆる短チャネル効果が現れやすく、またソース領域とドレイン領域との間でキャリアのパンチスルーが生じやすくなっている。

【0004】



このような事情で従来の超微細化半導体装置では、図 1 に示すように短チャネル効果を抑制するためにポケット注入を行ない、またパンチスルーを抑制するためにチャネルストップ注入が行われている。

## 【 0 0 0 5 】

図 1 は、ポケット注入領域とチャネルストップ注入領域とを有する従来の p チャネル MOS トランジスタ 1 0 の構成を示す。

## 【 0 0 0 6 】

図 1 を参照するに、n 型ウェル 1 2 が形成された p 型 Si 基板 1 1 上には、S T I 構造の素子分離領域 1 2 B により素子領域 1 2 A が画成されており、前記素子領域 1 2 A 中には n 型不純物元素のイオン注入により、n 型チャネルストップ領域 1 2 C が形成されている。

## 【 0 0 0 7 】

一方前記素子領域 1 2 A 中、前記 Si 基板 1 1 上には所定のチャネル領域に対応してゲート絶縁膜 1 3 を介してゲート電極 1 4 が形成されており、前記素子領域 1 2 A 中、前記ゲート電極 1 4 の両側には、ゲート電極 1 4 の側壁面から前記側壁面上に形成された側壁絶縁膜の分の距離だけ離間して、p+型のソース領域 1 2 S およびドレイン 1 2 D が形成されている。また前記ソース領域 1 2 S およびドレイン領域 1 2 D からは、前記側壁絶縁膜の下をそれぞれ p 型のソースエクステンション領域 1 2 S e およびドレインエクステンション領域 1 2 D e が延在し、前記ソースエクステンション領域 1 2 S e の先端部とドレインエクステンション領域 1 2 D e の先端部との間にチャネルが形成される。

## 【 0 0 0 8 】

さらに前記素子領域 1 2 A 中には、前記ソースエクステンション領域 1 2 S e およびドレインエクステンション領域 1 2 D e を包むように、n 型のポケット領域 1 2 P が、チャネルとなる反転層が形成される部分よりも下部において突出するように形成されている。

## 【 0 0 0 9 】

かかる構成の p チャネル MOS トランジスタでは、前記チャネル領域の下に n 型チャネルストップ領域 1 2 C が形成されているため、キャリアの前記素子領域

1 2 A の深部への侵入が抑制され、ソース領域 1 2 S およびドレイン領域 1 2 D 間のパンチスルーが抑制される。また前記ソースエクステンション領域 1 2 S e およびドレインエクステンション領域 1 2 D e が n 型ポケット領域 1 2 P により包まれているため、M O S トランジスタの動作時にドレイン領域からの空乏層の張り出しが抑制され、ショートチャネル効果が抑制される。その結果、M O S トランジスタのロールオフ特性が向上する。このようなポケット領域 1 2 P は、ゲート電極 1 4 をマスクとした斜めイオン注入により形成することができる。

## 【 0 0 1 0 】

同様な構成は、n チャネル M O S トランジスタについても形成できる。

## 【 0 0 1 1 】

一方、このようなポケット注入をおこなった M O S トランジスタでは、ゲート長のさらなる短縮を行う場合、ポケット領域 1 2 P における不純物濃度をさらに増大させる必要がある。

## 【 0 0 1 2 】

しかし、このようにポケット領域 1 2 P の不純物濃度を増大させると、ポケット領域 1 2 P を構成する不純物元素がゲート電極 1 4 の直下に回りこみ、その結果チャネル表面においても不純物濃度が増大し、キャリアの散乱による移動度の低下に伴う相互コンダクタンスの低下の問題が生じてしまう。

## 【 0 0 1 3 】

また、このようなポケット領域 1 2 P を形成すると、ソースあるいはドレイン領域近傍の基板濃度が増大し、その結果、前記ソース領域 1 2 S あるいはドレイン領域 1 2 D の周囲に形成される空乏層の幅が減少する。これにより、接合容量の増大や接合リーク電流の増大などの問題が生じてしまう。

## 【 0 0 1 4 】

これに対し、従来より、特開平 6 - 3 7 3 0 9 号公報に、ゲート電極の周囲から斜めにイオン注入を行ない、チャネル中央部にパンチスルーストップ領域を形成する提案がなされている。

## 【 0 0 1 5 】

図 2 は、前記提案に係る従来の半導体装置 2 0 の構成を示す。

## 【0016】

図2を参照するに、半導体装置20はnチャネルMOSトランジスタであり、p-型Si基板21上には素子分離膜21Bで画成された素子領域21Aが形成されており、前記素子領域21A上にはゲート絶縁膜22を介してゲート電極23が形成されている。

## 【0017】

また前記素子領域21A中には前記ゲート電極23の両端部に対応してn-型のLDD領域24Sdおよび24Ddが形成されており、さらに前記ゲート電極23の側壁絶縁膜23Sの外端部に対応して、n+型のソース領域24Sおよびn+型のドレイン領域24Dが形成されている。

## 【0018】

さらに図2の従来の半導体装置20では、前記素子領域21A中、前記LDD領域24Sdと24Ddとの間にp型領域25が、パンチスルーストップアとして形成されている。

## 【0019】

## 【発明が解決しようとする課題】

図3は、このような縦長のパンチスルーストップ領域25の形成工程を示す。

## 【0020】

図3を参照するに、前記Si基板21は前記ゲート電極23を通る軸の回りで回転され、斜めにB+をイオン注入することにより、前記パンチスルーストップ25がイオン注入の重畳部として形成される。

## 【0021】

このように、図2に示した構造では、前記パンチスルーストップ25は周囲領域よりもB濃度がせいぜい2倍程度までしか増大せず、有効なパンチスルーストップとして機能する保証はない。また図2、3では前記パンチスルーストップ25は基板21の主面に垂直方向に延在するように描画されているが、パンチスルーストップ25の形状は図3のイオン注入工程におけるBの分布により決定されるため、必ずしも基板面に垂直方向に延在する幅のせまい形状にはならない可能性がある。

## 【 0 0 2 2 】

図 4 は、図 2 の MOS トランジスタにおいてパンチスルーストップ 2 2 を省略した場合の、基板濃度とオフ電流との関係を、図 5 は同じ MOS トランジスタにおける基板濃度と接合容量との関係を示すデバイスシミュレーション結果である。

## 【 0 0 2 3 】

図 4 よりわかるようにオフ電流は基板濃度が增大すると共に減少しており、チャネル領域に反転チャネルと逆導電型領域を設けることによるパンチスルーの低減効果を示している。例えば基板濃度を  $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以上に増大することにより、オフ電流を約  $1 \times 10^{-9} \text{ A} / \mu \text{ m}$  以下に低減することが可能であるのがわかる。

## 【 0 0 2 4 】

これに対し、図 5 の関係よりソース領域 2 4 S あるいはドレイン領域 2 4 D における接合容量は基板濃度の増大にともなって増加し、例えば接合容量を  $3 \times 10^{-15} \text{ F} / \mu \text{ m}$  以下に減少させようとする、基板濃度は  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以下に設定する必要があることがわかる。

## 【 0 0 2 5 】

このようにパンチスルーストップを設けない構造ではパンチスルーの抑制と接合容量の低減は両立させることができず、一方、図 1 に示すように高濃度のチャネルストップ領域 1 2 C をソース領域 1 2 S とドレイン領域 1 2 D との間に設ける構成では、接合容量の増大が生じるのが避けられない。また図 2 に示す構造では、パンチスルーストップの効果が不十分であると考えられる。

## 【 0 0 2 6 】

そこで、本発明は上記の課題を解決した、新規で有用な半導体装置およびその製造方法を提供することを概括的課題とする。

## 【 0 0 2 7 】

本発明のより具体的な課題は、超微細化に適した構造を有し、パンチスルーを効果的に抑制することができる半導体装置およびその製造方法を提供することにある。

## 【 0 0 2 8 】

## 【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、半導体基板と、前記半導体基板上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極と、前記半導体基板中、前記ゲート電極の両側に形成された第1導電型のソース領域およびドレイン領域と、前記半導体基板中、前記ソース領域と前記ドレイン領域との間に、前記ソース領域およびドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第2導電型のパンチスルーストップ領域とよりなり、前記パンチスルーストップ領域中における前記第2導電型不純物元素の濃度は、前記ソース領域およびドレイン領域の間における基板濃度の少なくとも5倍に設定されていることを特徴とする半導体装置により、解決する。

## 【 0 0 2 9 】

本発明によれば、このようにして形成されるパンチスルーストップ領域中における前記第1導電型不純物元素の濃度をソース領域あるいはドレイン領域の間における基板濃度の少なくとも5倍に設定することにより、効果的なパンチスルーの抑制が可能になる。また本発明では高い不純物濃度にドーピングされたパンチスルーストップがソースエクステンション領域あるいはドレインエクステンション領域から離間して形成されるため、接合容量の増加による動作速度の低下あるいは接合リーク電流の増加の問題を回避することができる。特にパンチスルーストップを、下端がソース領域あるいはドレイン領域の接合深さよりも深くなるように形成することにより、また上端がチャネル表面から10nm以内に位置するように形成することにより、さらに幅が10nm以上になるように形成することにより、パンチスルーを効果的に抑制することができる。

## 【 0 0 3 0 】

また本発明は、第1導電型を有し、第2導電型の反転チャネルを有する第1の素子が形成される第1の素子領域と、第2導電型を有し、第1導電型の反転チャネルを有する第2の素子が形成される第2の素子領域とを画成された半導体基板と、前記第1の素子領域中に、前記半導体基板表面から離間して形成された、より高い不純物濃度を有する第1導電型の第1のウェルと、前記第2の素子領域中

に、前記半導体基板表面から離間して形成された、より高い不純物濃度を有する第2導電型の第2のウェルと、前記半導体基板上に、前記第1の素子領域に対応して第1のゲート絶縁膜を介して形成された第1のゲート電極と、前記半導体基板上に、前記第2の素子領域に対応して第2のゲート絶縁膜を介して形成された第2のゲート電極と、前記半導体基板中、前記第1の素子領域において、前記第1のゲート電極の両側に、前記第1のウェルから離間して形成された第2導電型の第1のソース領域および第1のドレイン領域と、前記半導体基板中、前記第2の素子領域において、前記第2のゲート電極の両側に、前記第2のウェルから離間して形成された第1導電型の第2のソース領域および第2のドレイン領域と、前記半導体基板中、前記第1の素子領域において、前記第1のソース領域と前記第1のドレイン領域との間に、前記第1のソース領域および前記第1のドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第1導電型の第1のパンチスルーストップ領域と、前記半導体基板中、前記第2の素子領域において、前記第2のソース領域と前記第2のドレイン領域との間に、前記第2のソース領域と前記第2のドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第2導電型の第2のパンチスルーストップ領域とよりなり、前記第1のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第1のウェルの近傍に到達し、前記第2のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第2のウェルの近傍に到達することを特徴とするCMOS集積回路装置により、解決する。

#### 【0031】

本発明によれば、CMOS半導体装置を構成するpチャネルMOSトランジスタとnチャネルMOSトランジスタにおいて、それぞれのパンチスルーストップ領域を、それぞれの素子領域下方に形成されたウェル近傍に到達するように、あるいはウェル自体に到達するように形成することにより、寄生ラテラルバイポーラトランジスタが関与するCMOSラッチアップ現象を効果的に抑制することが可能になる。

#### 【0032】

さらに本発明は上記の課題を、半導体基板表面に、チャネル領域に対応してダ

ミーゲート電極を形成する工程と、前記ダミーゲート電極パターンをマスクに、前記半導体基板中に第1導電型の不純物元素を導入し、ソース領域およびドレイン領域を形成する工程と、前記半導体基板表面に、前記ダミーゲート電極を覆うように絶縁膜を形成する工程と、前記絶縁膜を前記ダミーゲート電極が露出するまで研磨する工程と、前記ダミーゲート電極を除去し、前記絶縁膜中に開口部を形成する工程と、前記開口部側壁面に、側壁膜を形成する工程と、前記絶縁膜および前記側壁膜をマスクに、前記半導体基板中に、少なくとも2回、第2導電型の不純物元素を異なった加速電圧でイオン注入し、前記基板面に対して垂直方向に延在するパンチスルーストップを形成する工程とよりなり、前記パンチスルーストップを形成する工程は、前記ソース領域およびドレイン領域を形成する工程よりも後で実行されることを特徴とする半導体装置の製造方法により、解決する。

## 【0033】

本発明によれば、ダミーゲート電極を使ってソースおよびドレイン領域を形成した後で、自己整合マスクを使ってイオン注入を、加速電圧を変えながら複数回繰り返すことにより、所望のパンチスルーストップを、基板主面に対して垂直方向に限られた幅で延在する高濃度注入領域の形に形成することが可能になる。特にp型ドーパントを使う場合にはBを、n型ドーパントを使う場合にはPを使うことにより、側方へのドーパントの拡散が少ない高濃度注入領域を形成することが可能になる。

## 【0034】

図6は本発明の原理を示す。

## 【0035】

図6を参照するに、例えば半導体装置がnチャネルMOSトランジスタの場合、p型のSi基板31上にはゲート絶縁膜32を介してゲート電極33が形成されており、前記Si基板31中には前記ゲート電極33の両側にn型拡散領域が、それぞれソース領域31Sおよびドレイン領域31Dとして形成されている。また前記ソース領域31Sの先端部にはn型のソースエクステンション領域31Seが、またドレイン領域31Dの先端部にはn型のドレインエクステンション

31Deが形成されている。図6ではポケット拡散領域の表示は省略している。

#### 【0036】

図6のMOSトランジスタでは、ゲート電極33はゲート長GLを有し、ソース領域31S、ドレイン領域31Dは接合深さSDで形成されている。また前記ソースエクステンション領域31Seとドレインエクステンション領域31Deとの間には、実効チャネル長GLEが形成されている。

#### 【0037】

図6のMOSトランジスタでは、さらに前記ゲート電極直下の部分にはゲート長方向に長さLを有する縦長のp型領域34がパンチスルーストッパとして形成されており、前記パンチスルーストッパは前記基板31中に、上端部が基板表面から測った位置Tを、下端部が前記基板表面から測った位置Bを有するように形成される。

#### 【0038】

図7は、図6のMOSトランジスタにおいて、ゲート長GLおよび実効ゲート長GLEを50nm、ソース、ドレイン接合深さSDを60nmおよび100nm、パンチスルーストッパ領域34の上端位置Tを5nm、パンチスルーストッパ領域34の長さLを10nmとして、前記パンチスルーストッパ領域34の下端位置Bを様々に変化させた場合の、オフ電流を示す。ただし基板31の不純物濃度は $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、パンチスルーストッパ34中における不純物濃度は $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ に設定されている。

#### 【0039】

図7を参照するに、ソース、ドレイン接合深さSDが60nmの場合には、前記パンチスルーストッパ領域34の下端位置Bが前記接合深さSDよりも浅く、40nmである場合、約 $3.3 \times 10^{-8} \text{ A} / \mu\text{m}$ のオフ電流が観測されたのに対し、前記下端位置Bを前記接合深さSDと同じ60nmとした場合、オフ電流は $4.5 \times 10^{-9} \text{ A} / \mu\text{m}$ 以下に減少するのが確認された。

#### 【0040】

同様に、ソース、ドレイン接合深さSDが100nmの場合には、前記パンチスルーストッパ領域34の下端位置Bが前記接合深さSDよりも浅く、60nm



である場合、約  $2.8 \times 10^{-8} \text{ A} / \mu\text{m}$  のオフ電流が観測されたのに対し、前記下端位置 B を前記接合深さ SD と同じ  $100 \text{ nm}$  とした場合、オフ電流は  $4.5 \times 10^{-9} \text{ A} / \mu\text{m}$  以下に減少するのが確認された。

## 【0041】

図7の結果は、このようにして形成したパンチスルーストッパ34が、下端部の位置がソース・ドレイン領域31Sあるいは31Dの接合深さSDよりも深くなるように形成された場合、ソース領域31Sとドレイン領域31Dとの間のパンチスルーを効果的に抑制できることを示している。

## 【0042】

図8は、図6のMOSトランジスタにおいて、ゲート長GLおよび実効ゲート長GLEを  $50 \text{ nm}$ 、基板不純物濃度を  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、パンチスルーストッパ34中の不純物濃度を  $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、パンチスルーストッパ34の長さLを  $10 \text{ nm}$ 、また下端部の深さBを  $100 \text{ nm}$  とした場合に、前記パンチスルーストッパ34の上端部の深さTを様々に変化させた場合のDIBL (drain-induced barrier lowering) を示す。ただしDIBLはドレイン電圧が  $50 \text{ mV}$  の場合の閾値電圧値とドレイン電圧が  $1 \text{ V}$  の場合の閾値電圧値との差を表す。

## 【0043】

図8を参照するに、前記パンチスルーストッパ34の上端部の深さTが深い場合、DIBLの値が大きくなり、短チャネル効果が顕著になるのに対し、前記深さBが  $10 \text{ nm}$  以下だと閾値特性が殆ど変化しなくなるのがわかる。ただし前記パンチスルーストッパ34が前記基板31の表面まで到達していると、チャネルが遮断されてしまい、相互コンダクタンス低下の問題が生じると考えられる。

## 【0044】

次に図9は、図6のMOSトランジスタにおいて、ゲート長GLおよび実効ゲート長GLEを  $50 \text{ nm}$ 、基板不純物濃度を  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ 、パンチスルーストッパ34中の不純物濃度を  $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 、パンチスルーストッパ34上端部の深さTを  $5 \text{ nm}$ 、下端部の深さBを  $100 \text{ nm}$  とした場合に、前記パンチスルーストッパ34の長さLを様々に変化させた場合のオフ電流の値を示す。

## 【0045】

図 9 を参照するに、オフ電流の値は前記パンチスルーストッパ 3 4 のゲート長方向への長さ  $L$  が  $7 \text{ nm}$  よりも短くなると急増し、前記パンチスルーストッパ 3 4 の効果が失われることがわかる。

#### 【0046】

次に図 1 0 は、図 6 の MOS トランジスタにおいて、ゲート長  $GL$  および実効ゲート長  $GL_e$  を  $50 \text{ nm}$ 、パンチスルーストッパ 3 4 上端部の深さ  $T$  を  $5 \text{ nm}$ 、下端部の深さ  $B$  を  $100 \text{ nm}$ 、パンチスルーストッパ 3 4 の長さ  $L$  を  $10 \text{ nm}$  とした場合に、前記基板濃度に対するパンチスルーストッパ 3 4 の不純物濃度比  $r$  を様々に変化させた場合の接合容量の値を示す。また図 1 1 は、図 1 0 の各点 ①～⑤に対応する、パンチスルーストッパ 3 4 中の不純物濃度と基板濃度の値を示す。

#### 【0047】

図 1 0 を参照するに、前記不純物濃度比  $r$  が 5 以下では接合容量は  $4 \times 10^{-15} \text{ F} / \mu\text{m}$  以上の値を有するのに対し、不純物濃度比  $r$  の値が 5 (点 ④) を超えると接合容量は急減することがわかる。

#### 【0048】

図 7 ～ 1 1 の結果より、図 6 のパンチスルーストッパ 3 4 が有効に機能するためには、前記パンチスルーストッパ 3 4 の下端部の深さ  $B$  はソース・ドレイン領域の接合深さ  $SD$  と同じかそれ以上であり、上端部の深さ  $T$  は  $10 \text{ nm}$  以下であり、チャネル長方向への長さ  $L$  は  $7 \text{ nm}$  以上であり、さらに基板濃度に対する濃度比  $r$  が 5 倍以上であることが必要であるのがわかる。

#### 【0049】

#### 【発明の実施の形態】

#### 〔第 1 実施例〕

図 1 2 は、本発明の第 1 実施例による CMOS 集積回路装置 4 0 の構成を示す。

#### 【0050】

図 1 2 を参照するに、 $p$  型  $\text{Si}$  基板 4 1 上には  $p$  型チャネルを有する  $p\text{MOS}$  トランジスタなど  $p$  チャネル素子の素子領域 4 0 A と  $n$  型チャネルを有する  $n\text{M}$

OSトランジスタなどnチャネル素子の素子領域40Bとが、STI構造の素子分離構造42により画成されており、前記素子領域40Aにはn型ウェル41Aが、また素子領域40Bにはp型ウェル41Bが形成されている。

#### 【0051】

前記素子領域40Aにおいて前記n型ウェル41Aの上端部は前記STI構造42の下端部に対応する深さに形成されており、前記n型ウェル41Aの上部には、例えば先の図11の点④に対応してn型不純物濃度が $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下のn型チャネル領域41aが形成されている。一方、前記ソース・ドレイン領域41S、41D近傍においては、前記n型ウェル41Aの濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下に設定されている。

#### 【0052】

同様に、前記素子領域40Bにおいても前記p型ウェル41Bの上端部は前記STI構造42の下端部に対応する深さに形成されており、さらに前記p型ウェル41Bの上部には、例えば先の図11の点④に対応してp型不純物濃度が $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以下のp型チャネル領域41bが形成されている。一方、前記ソース・ドレイン領域51S、51D近傍においては、前記n型ウェル41Bの濃度は $1 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 以下に設定されている。

#### 【0053】

前記n型チャネル領域41a上にはゲート絶縁膜43Aを介して例えばゲート長が約50nmのゲート電極44Aが、前記n型チャネル領域41a中に形成されるp型チャネルに対応して形成されており、また前記p型チャネル領域41b上にはゲート絶縁膜43Bを介してゲート長が同様に約50nmのゲート電極44Bが、前記p型チャネル領域41b中に形成されるn型チャネルに形成されている。

#### 【0054】

さらに前記n型チャネル領域41a中には前記ゲート電極44AをマスクにBのイオン注入によりソースエクステンション領域41Seおよびドレインエクステンション領域41Deが、また前記ゲート電極44Aおよびその側壁絶縁膜をマスクとしたBのイオン注入によりソース領域41Sおよびドレイン領域41D

が、それぞれ前記ソースエクステンション領域 4 1 S e およびドレインエクステンション領域 4 1 D e の外側に形成される。

【 0 0 5 5 】

同様に、前記 p 型チャネル領域 4 1 b 中には前記ゲート電極 4 4 B をマスクに A s のイオン注入によりソースエクステンション領域 5 1 S e およびドレインエクステンション領域 5 1 D e が、また前記ゲート電極 4 4 B およびその側壁絶縁膜をマスクとした P のイオン注入によりソース領域 5 1 S およびドレイン領域 5 1 D が、それぞれ前記ソースエクステンション領域 5 1 S e およびドレインエクステンション領域 5 1 D e の外側に形成される。

【 0 0 5 6 】

さらに前記 CMOS 集積回路では、前記 n 型チャネル領域 4 1 a 中、前記ソースエクステンション領域 4 1 S e とドレインエクステンション領域 4 1 D e との間に n 型パンチスルーストップ領域 4 1 P が、前記基板 4 1 の主面に略垂直方向に延在するように形成されており、また前記 p 型チャネル領域 4 1 b 中、前記ソースエクステンション領域 5 1 S e とドレインエクステンション領域 5 1 D e との間に p 型パンチスルーストップ領域 5 1 P が、前記基板 4 1 の主面に略垂直方向に延在するように形成されている。

【 0 0 5 7 】

その際、前記パンチスルーストップ 4 1 P は、先の図 7 の結果に鑑み、下端部が前記ソース領域 4 1 S あるいはドレイン領域 4 1 D の接合深さよりも深くなるように、また前記パンチスルーストップ 5 1 P は、下端部が前記ソース領域 5 1 S あるいはドレイン領域 5 1 D の接合深さよりも深くなるように形成されるのが好ましい。また前記パンチスルーストップ 4 1 P および 5 1 P は、先の図 8 の結果に鑑み、その上端部がチャネルの上端を画成する基板表面から測って 1 0 n m 以下、好ましくは 5 n m 以下の深さに位置するように形成されるのが好ましい。さらに前記パンチスルーストップ 4 1 P および 5 1 P は、先の図 9 の結果に鑑み、ゲート長方向に測った長さが 7 n m 以上、好ましくは 1 0 n m 以上になるように、形成されるのが好ましい。

【 0 0 5 8 】

さらに前記 n 型パンチスルーストップ 4 1 P は、先の図 1 0 の結果に鑑み、前記 n 型チャネル領域 4 1 a の不純物濃度に対する n 型不純物の濃度比が 5 倍以上、好ましくは 1 0 倍以上になるように形成されるのが好ましく、また前記 p 型パンチスルーストップ 5 1 P も、前記 p 型チャネル領域 4 1 b の不純物濃度に対する p 型不純物の濃度比が 5 倍以上、好ましくは 1 0 倍以上になるように形成されるのが好ましい。またその際、前記 n 型領域 4 1 a および p 型領域 4 1 b の不純物濃度は、先の図 1 1 の結果に鑑み、約  $1.5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  以下に抑制するのが好ましい。

## 【 0 0 5 9 】

かかる構成により、図 1 2 の CMOS 集積回路装置 4 0 では p チャネル MOS トランジスタおよび n チャネル MOS トランジスタのいずれにおいてもパンチスルーが効果的に抑制され、同時にソース・ドレイン領域の接合容量を最小化することが可能になる。

## 【 0 0 6 0 】

次に図 1 2 の CMOS 集積回路装置 4 0 の製造工程を、図 1 3 (A) ~ 図 1 9 (M) を参照しながら説明する。

## 【 0 0 6 1 】

図 1 3 (A) を参照するに、シリコン酸化膜 4 2 A を形成された前記 Si 基板 4 1 上には前記 p チャネル素子領域 4 0 A を覆うようにレジストパターン R 1 が形成され、前記レジストパターン R 1 をマスクに前記シリコン酸化膜 4 2 A を介して前記 Si 基板 4 1 中に B+ をイオン注入することにより、前記 n チャネル素子領域 4 0 B 中に p-型チャネル領域 4 1 b と、その下の p 型ウェル 4 1 B とが、それぞれ例えば  $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  および  $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$  の不純物濃度で形成される。

## 【 0 0 6 2 】

次に図 1 3 (B) の工程において前記 Si 基板 4 1 上に前記 n チャネル素子領域 4 0 B を覆うようにレジストパターン R 2 が形成され、前記レジストパターン R 2 をマスクに前記シリコン酸化膜 4 2 A を介して前記 Si 基板 4 1 中に B+ をイオン注入することにより、前記 p チャネル素子領域 4 0 A 中に n-型チャネル

領域41aと、その下のn型ウェル41Aとが、それぞれ例えば $1 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$ および $5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の不純物濃度で形成される。

#### 【0063】

次に図14 (C) の工程において前記レジストパターンR2が除去され、さらに前記Si基板41表面のシリコン酸化膜42Aが除去される。

#### 【0064】

図14 (C) の工程ではさらに露出されたシリコン基板表面にシリコン窒化膜あるいはシリコン酸窒化膜などの高誘電体絶縁膜がそれぞれpチャネル素子領域40Aにおいてはゲート絶縁膜43Aとして、またnチャネル素子領域40Bにおいてはゲート絶縁膜43Bとして形成され、前記ゲート絶縁膜43A上にはポリシリコンなどよりなるダミーゲート電極パターン54Aが、また前記ゲート絶縁膜43B上には同様なダミーゲート電極パターン54Bが、形成したい実際のゲート電極パターンに対応して形成される。

#### 【0065】

次に図15 (D) の工程において図14 (C) の構造上、前記素子領域40AをレジストパターンR3により覆い、前記素子領域40Bにおいて前記ダミーゲート電極54Bを自己整合マスクにAs<sup>+</sup>をイオン注入することにより、前記p型領域41b中に、ソースエクステンション領域51Seおよびドレインエクステンション領域51Deとなるn型拡散領域を、例えば約30nmの接合深さに形成する。

#### 【0066】

同様に図15 (E) の工程において図14 (C) の構造上、前記素子領域40BをレジストパターンR4により覆い、前記素子領域40Aにおいて前記ダミーゲート電極54Aを自己整合マスクにB<sup>+</sup>をイオン注入することにより前記n型領域41a中に、ソースエクステンション領域41Seおよびドレインエクステンション領域41Deとなるp型拡散領域を、例えば約30nmの接合深さに形成する。

#### 【0067】

次に図16 (F) の工程において図15 (E) の構造上に前記レジストパター

ンR4を除去した後、 $\text{SiO}_2$ などの絶縁膜55をCVD法により、一様な厚さに形成する。

## 【0068】

さらに図16（G）の工程において前記絶縁膜55をエッチバックすることにより、前記ダミーゲート電極54Aの側壁面に側壁絶縁膜54aを、また前記ダミーゲート電極54Bの側壁面に側壁絶縁膜54bを形成する。

## 【0069】

さらに図17（H）の工程において図16（G）の構造上に前記素子領域40Aを覆うようにレジストパターンR5を形成し、前記素子領域40B中にP+を、前記ダミーゲート電極54Bおよび側壁絶縁膜54bをマスクにイオン注入することにより、前記p型チャネル領域41b中、前記側壁絶縁膜54bの外側に、n+型ソース領域51Sおよびドレイン領域51Dが、約60nmあるいは100nmの接合深さに形成される。

## 【0070】

同様に図17（I）の工程において図17（H）の構造上に前記レジストパターンR5を除去した後、前記素子領域40Bを覆うようにレジストパターンR6を形成し、前記素子領域40A中にB+を、前記ダミーゲート電極54Aおよび側壁絶縁膜54aをマスクにイオン注入することにより、前記n型チャネル領域41a中、前記側壁絶縁膜54aの外側に、n+型ソース領域41Sおよびドレイン領域41Dが、約60nmあるいは100nmの接合深さに形成される。

## 【0071】

次に図18（J）の工程において前記レジストパターンR6を除去し、さらに前記ダミーゲート電極54A、54Bを覆うように前記Si基板41上に $\text{SiO}_2$ 膜をCVD法により堆積する。さらにこのようにして堆積した $\text{SiO}_2$ 膜を前記ダミーゲート電極54A、54BをストッパにCMP法により研磨することにより、前記Si基板41上に、前記ダミーゲート電極54A、54Bを表面において露出する絶縁膜55を形成する。

## 【0072】

さらに図18（K）の工程において前記ダミーゲート電極54A、54Bを除

去し、さらにその結果前記絶縁膜 5 5 中に形成される凹部 5 5 A, 5 5 B を充填するように、前記  $\text{SiO}_2$  膜 5 5 上に  $\text{SiN}$  膜を堆積し、さらにこれをエッチバックすることにより、前記凹部 5 5 A の側壁面に沿って側壁絶縁膜 5 6 A を、また前記凹部 5 5 B の側壁面に沿って側壁絶縁膜 5 6 B を形成する。

## 【 0 0 7 3 】

さらに図 1 9 (L) の工程において前記素子領域 4 0 A をレジストパターン R 7 で保護し、前記素子領域 4 0 B 中に B+ を、加速電圧を変化させながら複数回イオン注入を行うことにより導入する。

## 【 0 0 7 4 】

さらに図 1 9 (M) の工程において前記素子領域 4 0 B をレジストパターン R 8 で保護し、前記素子領域 4 0 A 中に P+ を、加速電圧を変えながら複数回イオン注入することにより導入する。

## 【 0 0 7 5 】

さらに図 1 9 (M) の構造に対し、前記レジストパターン R 8 を除去した後、熱処理を行うことにより、前記素子領域 4 0 A においては前記 n 型チャネル領域 4 1 a 中に前記パンチスルーストッパ 4 1 P が、また前記素子領域 4 0 B においては前記 p 型チャネル領域 4 1 b 中にパンチスルーストッパ 5 1 P が形成される。

## 【 0 0 7 6 】

図 1 9 (M) の工程の後、前記凹部 5 5 A, 5 5 B において前記側壁絶縁膜 5 6 A, 5 6 B は除去され、さらに改めてポリシリコンにより充填することにより、先に図 1 2 で示した CMOS 集積回路装置 4 0 が得られる。

## 【 0 0 7 7 】

図 2 0 は、図 1 9 (L) のイオン注入工程による、前記 p 型チャネル領域 4 1 b 中におけるパンチスルーストッパ 5 1 P の形成の様子を示す。ただし図 2 0 は、B+ を最初は 4 k e V の加速電圧下、 $2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量で、続いて 8 k e V の加速電圧下、 $4 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量でイオン注入し、さらに 1 0 2 5 °C で 0. 1 秒間熱処理した場合の前記 p 型チャネル領域 4 1 b 中における B 原子の分布を示す。



## 【 0 0 7 8 】

図 2 0 よりわかるように、このようにして形成された p 型パンチスルーストップ 5 1 P は、前記側壁膜 5 6 B が画成するマスク開口部の幅に実質的に等しい長さ L を有し、S i 基板 4 1 の主面に対して垂直な方向に制御された形状で延在しているのがわかる。

## 【 0 0 7 9 】

図 2 1 は、図 2 0 のパンチスルーストップ 5 1 P の、基板面に平行な面内での B 原子の分布を示す。

## 【 0 0 8 0 】

図 2 1 を参照するに、前記パンチスルーストップ 5 1 P では中心部において  $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$  に近い B 濃度が実現されている一方、中心から 2 5 n m 離れた位置では B 濃度は  $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$  程度まで低下しており、中心部と周辺部とで少なくとも 7 ～ 8 倍の濃度比が実現されているのがわかる。

## 【 0 0 8 1 】

図 2 2 は、図 1 9 (M) のイオン注入工程による、前記 p 型チャネル領域 4 1 b 中におけるパンチスルーストップ 5 1 P の形成を、A s を使って行った場合の様子を示す。ただし図 2 2 は、A s + を最初は 1 0 0 k e V の加速電圧下、 $5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量で、続いて 2 0 0 k e V の加速電圧下、 $1 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$  のドーズ量でイオン注入し、さらに 1 0 2 5 °C で 0 . 1 秒間熱処理した場合の前記 n 型領域 4 1 a 中における A s 原子の分布を示す。

## 【 0 0 8 2 】

図 2 2 よりわかるように、このようにして形成された n 型パンチスルーストップ 4 1 P は、基板中に侵入する深さがわずかで、一方顕著な横方向への A s 原子の拡散が生じており、所望の基板面に垂直方向に延在する制御された形状は実現されていないことがわかる。

## 【 0 0 8 3 】

図 2 3 は、図 2 2 のパンチスルーストップ 4 1 P の、基板面に平行な面内での A s 原子の分布を示す。

## 【 0 0 8 4 】

図23を参照するに、前記パンチスルーストップパ41Pでは中心部においても周辺部においても $4 \sim 6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のAs濃度となっているのがわかる。

【0085】

図22, 23の結果は、図19(M)のイオン注入工程においてAsを使うのは好ましくないことを示している。

【0086】

これに対し、図24は図19(M)のイオン注入工程においてPを注入イオン種として使い、最初は $10 \text{ keV}$ の加速電圧下、 $5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-2}$ のドーズ量で、続いて $30 \text{ keV}$ の加速電圧下、 $2 \times 10^{14} \text{ cm}^{-2}$ のドーズ量でイオン注入を行った場合のパンチスルーストップパ41P内におけるPの分布を示す。

【0087】

図24よりわかるように、このようにして形成されたn型パンチスルーストップパ41Pは、前記側壁膜56Aが画成するマスク開口部の幅に実質的に等しい長さLを有し、前記p型パンチスルーストップパ51Pと同様に、前記Si基板41の主面に対して垂直な方向に制御された形状で延在しているのがわかる。

【0088】

図25は、図24のパンチスルーストップパ41Pの、基板面に平行な面内でのP原子の分布を示す。

【0089】

図25を参照するに、前記パンチスルーストップパ41Pでは中心部において約 $6 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ のP濃度が実現されている一方、中心から $25 \text{ nm}$ 離れた位置ではP濃度は約 $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ 程度まで低下しており、中心部と周辺部とで10倍以上、少なくとも20倍の濃度比が実現されているのがわかる。

【0090】

このように、図19(L)の工程においてBをイオン注入し、図19(M)の工程においてPをイオン注入し、その際イオン注入を複数回、加速電圧を変化させながら行うことにより、先に図7~11で説明した条件を満足するパンチスルーストップパを形成することが可能になる。

【0091】

図 2 6 (A), (B) は、図 1 8 (K) の構造に対応したそれぞれ平面図および断面図である。

【 0 0 9 2 】

図 2 6 (A), (B) を参照するに、前記凹部 5 5 A あるいは 5 5 B は前記素子分離構造 4 2 により画成された素子領域 4 1 a あるいは 4 1 b の幅を超える幅 W にわたり延在し、その結果、図 1 9 (L) あるいは図 1 9 (M) の工程でパンチスルーストッパ 4 1 P あるいは 5 1 P 形成のために実行されるイオン注入は、前記素子領域 4 1 a あるいは 4 1 b の全幅にわたり形成される。その結果、かかる半導体素子では、素子領域の周辺部を経路とするパンチスルーが生じることはない。

[第 2 実施例]

図 2 7 は、本発明の第 2 実施例による CMOS 集積回路装置 6 0 の構成を示す。ただし図 2 7 中、先に説明した部分に対応する部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

【 0 0 9 3 】

図 2 7 を参照するに、本実施例では前記素子領域 4 0 A において前記パンチスルーストッパ 4 1 P が、下端が前記 n 型ウェル 4 1 A に到達するように、また前記素子領域 4 0 B において前記パンチスルーストッパ 5 1 P が、下端が前記 n 型ウェル 4 1 B に到達するように形成されている。

【 0 0 9 4 】

また前記 CMOS 集積回路装置 6 0 では、前記 n 型チャネル領域 4 1 a に基板表面に、前記ゲート電極 4 4 A に対応してチャネルドープ領域 4 1 c が形成されている。同様に前記 p 型チャネル領域 4 1 b においては基板表面に、前記ゲート電極 4 4 B に対応してチャネルドープ領域 4 1 d が形成されている。前記チャネルドープ領域 4 1 c および 4 1 d を形成することにより、素子領域 4 0 A に形成される p チャネル MOS トランジスタおよび素子領域 4 0 B に形成される n チャネル MOS トランジスタの閾値制御がなされる。

【 0 0 9 5 】

さらに前記CMOS集積回路装置60では、前記チャネル領域41a中、前記ソースエクステンション領域41Seおよびドレインエクステンション領域41Deに、As+の斜めイオン注入により、n型ポケット領域41pが、前記ソースエクステンション領域41Seおよびドレインエクステンション領域41De下部からの延出部として形成される。同様に、前記チャネル領域41b中、前記ソースエクステンション領域51Seおよびドレインエクステンション領域51Deに、B+の斜めイオン注入により、p型ポケット領域51pが、前記ソースエクステンション領域51Seおよびドレインエクステンション領域51De下部からの延出部として形成される。このようなポケット領域41Pおよび51Pを形成することにより、短チャネル効果が抑制される。

## 【0096】

本実施例では先の実施例と同様、前記パンチスルーストップ41Pが素子領域40Aにおいてn型ウェル40Aに到達するように形成されており、また前記パンチスルーストップ51Pが素子領域40Bにおいてp型ウェル40Bに到達するように形成されているため、前記n型のチャネル領域41a中においてp型ソース領域41Sの側とp型ドレイン領域41Dの側とを結ぶ電流路が遮断される。同様に、前記p型のチャネル領域41b中においてn型ソース領域51Sの側とn型ドレイン領域51Dが形成された側とを結ぶ電流路が遮断される。その結果、前記素子領域40Aにおいてチャネル領域41aおよびソース領域41S、ドレイン領域41Dにより形成されるラテラルバイポーラトランジスタがターンオンするのが抑制され、また素子領域40Bにおいてもチャネル領域41bおよびソース領域51S、ドレイン領域51Dがターンオンするのが抑制される。これにより、これらのラテラルバイポーラトランジスタが関与するCMOS回路のラッチアップが効果的に抑制される。

## 【0097】

なお、本実施例では前記パンチスルーストップ41Pが前記n型ウェル41Aに到達し、また前記パンチスルーストップ41Bが前記p型ウェル41Bに到達するように説明したが、厳密にそうである必要はなく、前記パンチスルーストップ41Pの下端が前記n型ウェル41Aの十分に近傍に到達し、また前記パンチ

スルーストップパ 5 1 P の下端が前記 p 型ウェル 4 1 B の十分に近傍に到達している場合でも、同様な効果を得ることができる。

## 【 0 0 9 8 】

なお、本実施例においても先の実施例と同様に、パンチスルーストップパ 4 1 あるいは 5 1 の上端部の深さ T を 1 0 n m 以下とし、長さ L を 1 0 n m 以上とし、さらに基板濃度比を 5 倍以上とすることにより、接合容量を減少させることが可能になり、超高速で動作する CMOS 集積回路装置が得られる。

## [ 第 3 実施例 ]

次に本発明の第 3 実施例による CMOS 集積回路装置の製造方法について、図 2 8 ( A ) ~ 図 3 1 ( I ) を参照しながら説明する。ただし図中、先に説明した部分には同一の参照符号を付し、説明を省略する。

## 【 0 0 9 9 】

本実施例では先の図 2 8 ( A ) の工程において先の図 1 8 ( K ) の構造を形成し、図 2 8 ( B ) の工程において前記 SiO<sub>2</sub>膜 5 5 および側壁膜 5 6 A, 5 6 B をマスクに前記 Si 基板 4 1 をドライエッチングし、前記チャネル領域 4 1 a 中に溝 4 1 Q を、また前記チャネル領域 4 1 b 中に溝 5 1 Q を、それぞれ前記ソース領域 4 1 S あるいはドレイン領域 4 1 D の接合深さよりも深く、また前記ソース領域 5 1 S あるいはドレイン領域 5 1 D の接合深さよりも深く、好ましくは前記 n 型ウェル 4 1 A あるいは p 型ウェル 4 1 B に到達するように形成する。

## 【 0 1 0 0 】

次に図 2 9 ( C ) の工程において前記素子領域 4 0 A に対応して前記絶縁膜 5 5 上に例えば有機溶剤などの絶縁膜パターン 7 1 A を、前記絶縁膜パターン 7 1 が前記溝 4 1 Q を充填するように形成する。

## 【 0 1 0 1 】

さらに図 2 9 ( C ) の状態において前記素子領域 4 0 B において前記溝 5 1 Q 中に p 型の Si 領域 7 2 B をエピタキシャルに再成長させ、さらに図 2 9 ( D ) の工程において前記 Si 領域 7 2 B を若干エッチングし、前記 p 型パンチスルーストップパ 5 1 P を形成する。

## 【0102】

さらに図29(E)の工程において前記パンチスルーストップパ51Pの表面にゲート絶縁膜43Bの一部を構成するゲート絶縁膜を熱酸化処理により形成する。

## 【0103】

同様に図30(F)の工程において前記絶縁膜パターン71Aを除去し、前記素子領域40Bに対応して前記絶縁膜55上に例えば有機溶剤などの絶縁膜パターン71Bを形成する。

## 【0104】

さらに図30(F)の状態において前記素子領域40Aにおいて前記溝41Q中にn型のSi領域72Aをエピタキシャルに再成長させ、さらに図30(G)の工程において前記Si領域72Aを若干エッチングし、前記p型パンチスルーストップパ41Pを形成する。

## 【0105】

さらに図30(H)の工程において前記パンチスルーストップパ41Pの表面にゲート絶縁膜43Aの一部を構成するゲート絶縁膜を熱酸化処理により形成する。

## 【0106】

さらに図31(I)の工程において前記絶縁膜パターン71Bを除去し、さらに前記側壁絶縁膜56A, 56Bを除去する。さらにこのようにして前記絶縁膜55中に形成された凹部中にゲート電極44Aおよび44Bを、それぞれ素子領域40Aおよび40Bに対応して形成する。

## 【0107】

本実施例によれば、前記パンチスルーストップパ41P, 51Pをイオン注入によらず、選択再成長工程により、制御性良く形成することが可能になる。

## [第4実施例]

図32は、本発明の第4実施例によるMOSトランジスタ80の構成を示す。

## 【0108】

図 3 2 を参照するに、M O S トランジスタ 8 0 は例えば p 型 S i 基板 8 1 上に形成されており、前記 S i 基板 8 1 上に形成された p 型ウェル 8 2 と、前記 p 型ウェル 8 2 上に形成されチャネル領域として使われる p-型層 8 3 とを含み、さらに前記チャネル領域 8 3 の上部にはソースあるいはドレイン領域として使われる n+型の拡散領域 8 3 S が形成されている。

## 【 0 1 0 9 】

前記 S i 基板 8 1 上にはさらに前記チャネル領域 8 3 中に、前記拡散領域 8 3 S を切るように溝 8 3 G が形成されており、前記溝 8 3 の底面にはソース領域あるいはドレイン領域として使われる n+型拡散領域 8 3 D が形成されている。

## 【 0 1 1 0 】

さらに前記溝 8 3 G の表面には熱酸化膜 8 4 がゲート絶縁膜として形成されており、前記ゲート絶縁膜 8 4 上にはゲート電極 8 5 が、前記溝 8 3 G を埋めるように形成されている。その結果、前記素子領域 8 3 中には、垂直方向に延在するチャネル領域を有する n チャネル型 M O S トランジスタが形成されるのがわかる。

## 【 0 1 1 1 】

図 3 2 の M O S トランジスタ 8 0 では、前記溝 8 3 G の表面に沿って前記ソース領域 8 3 S とドレイン領域 8 3 D との間にチャネルが形成されるが、本実施例では前記チャネル層 8 3 中に p 型層 8 6 がパンチスルーストップアとして形成されている。

## 【 0 1 1 2 】

本実施例の構成では、パンチスルーストップア 8 6 を前記チャネル層 8 3 の成長の際にエピタキシャル成長により形成することができるため、不純物分布が理想的に制御された効果的なパンチスルーストップアを形成することが可能になる。

## 【 0 1 1 3 】

また本実施例において、導電型を反転させることにより p チャネル M O S トランジスタを形成できるのは明らかである。

## 【 0 1 1 4 】

以上、本発明を好ましい実施例について説明したが、本発明は上記の実施例に

限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載した要旨内において様々な変形・変更が可能である。

【0 1 1 5】

(付記 1) 半導体基板と、

前記半導体基板上にゲート絶縁膜を介して形成されたゲート電極と、

前記半導体基板中、前記ゲート電極の両側に形成された第 1 導電型のソース領域およびドレイン領域と、

前記半導体基板中、前記ソース領域と前記ドレイン領域との間に、前記ソース領域およびドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第 2 導電型のパンチスルーストップ領域とよりなり、

前記パンチスルーストップ領域中における前記第 2 導電型不純物元素の濃度は、前記ソース領域およびドレイン領域の間における基板濃度の少なくとも 5 倍に設定されていることを特徴とする半導体装置。

【0 1 1 6】

(付記 2) 前記パンチスルーストップ領域は、前記ソース領域およびドレイン領域の接合深さよりも深い位置まで延在することを特徴とする付記 1 記載の半導体装置。

【0 1 1 7】

(付記 3) 前記パンチスルーストップ領域は、前記半導体基板中に形成されるチャンネルの表面から 1 0 n m 以下の深さに上端が位置するように形成されることを特徴とする付記 1 または 2 記載の半導体装置。

【0 1 1 8】

(付記 4) 前記パンチスルーストップ領域は、1 0 n m 以上の幅を有することを特徴とする付記 1 ～ 3 のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

【0 1 1 9】

(付記 5) 前記半導体基板中、前記ソース領域および前記ドレイン領域の下部には、前記ソース領域およびドレイン領域から離間して前記第 2 導電型のウェルが形成されており、前記ソース領域およびドレイン領域は、前記ウェルの上方



において、前記基板濃度を有する第 2 導電型の素子領域中に形成されており、前記素子領域は、前記ウェルよりも低い不純物濃度を前記基板濃度として有することを特徴とする付記 1 ～ 4 のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

## 【 0 1 2 0 】

(付記 6) 前記パンチスルーストップ領域は、下端が前記ウェル近傍に位置するように形成されていることを特徴とする付記 1 ～ 5 のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

## 【 0 1 2 1 】

(付記 7) 前記パンチスルーストップ領域は、下端が前記ウェルに到達するように形成されていることを特徴とする付記 1 ～ 5 のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

## 【 0 1 2 2 】

(付記 8) 前記ソース領域は、前記半導体基板表面に沿って前記ドレイン領域の方向に延在する第 1 のエクステンション部をその表面部分に有し、前記ドレイン領域は、前記半導体基板表面に沿って前記ソース領域の方向に延在する第 2 のエクステンション部をその表面部分に有し、前記第 1 のエクステンション部は、前記第 1 のエクステンション領域の下部が前記第 2 のエクステンション部に向かって延出する第 1 のポケット領域を形成し、前記第 2 のエクステンション部は、前記第 2 のエクステンション領域の下部が前記第 1 のエクステンション部に向かって延出する第 2 のポケット領域を形成することを特徴とする付記 1 ～ 7 のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

## 【 0 1 2 3 】

(付記 9) 前記半導体装置は、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下のゲート長を有することを特徴とする付記 1 ～ 8 のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

## 【 0 1 2 4 】

(付記 10) 前記パンチスルーストップ領域は B あるいは P によりドーブされていることを特徴とする付記 1 ～ 9 のうち、いずれか一項記載の半導体装置。

## 【 0 1 2 5 】

(付記 11) 第 1 導電型を有し、第 2 導電型の反転チャネルを有する第 1 の

素子が形成される第 1 の素子領域と、第 2 導電型を有し、第 1 導電型の反転チャネルを有する第 2 の素子が形成される第 2 の素子領域とを画成された半導体基板と、

前記第 1 の素子領域中に、前記半導体基板表面から離間して形成された、より高い不純物濃度を有する第 1 導電型の第 1 のウェルと、

前記第 2 の素子領域中に、前記半導体基板表面から離間して形成された、より高い不純物濃度を有する第 2 導電型の第 2 のウェルと、

前記半導体基板上に、前記第 1 の素子領域に対応して第 1 のゲート絶縁膜を介して形成された第 1 のゲート電極と、

前記半導体基板上に、前記第 2 の素子領域に対応して第 2 のゲート絶縁膜を介して形成された第 2 のゲート電極と、

前記半導体基板中、前記第 1 の素子領域において、前記第 1 のゲート電極の両側に、前記第 1 のウェルから離間して形成された第 2 導電型の第 1 のソース領域および第 1 のドレイン領域と、

前記半導体基板中、前記第 2 の素子領域において、前記第 2 のゲート電極の両側に、前記第 2 のウェルから離間して形成された第 1 導電型の第 2 のソース領域および第 2 のドレイン領域と、

前記半導体基板中、前記第 1 の素子領域において、前記第 1 のソース領域と前記第 1 のドレイン領域との間に、前記第 1 のソース領域および前記第 1 のドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第 1 導電型の第 1 のパンチスルーストップ領域と、

前記半導体基板中、前記第 2 の素子領域において、前記第 2 のソース領域と前記第 2 のドレイン領域との間に、前記第 2 のソース領域と前記第 2 のドレイン領域から離間して、前記半導体基板の主面に対して垂直な方向に延在するように形成された、第 2 導電型の第 2 のパンチスルーストップ領域とよりなり、

前記第 1 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 1 のウェルの近傍に到達し、

前記第 2 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 2 のウェルの近傍に到達することを特徴とする CMOS 集積回路装置。

## 【0 1 2 6】

(付記 1 2) 前記第 1 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 1 のウェルに到達し、前記第 2 のパンチスルーストップ領域の下端部は、前記第 2 のウェルに到達することを特徴とする請求項 1 1 記載の CMOS 集積回路装置。

## 【0 1 2 7】

(付記 1 3) 前記第 1 のソース領域は、前記半導体基板表面に沿って前記第 1 のドレイン領域の方向に延在する第 1 のエクステンション部をその表面部分に有し、前記第 1 のドレイン領域は、前記半導体基板表面に沿って前記第 1 のソース領域の方向に延在する第 2 のエクステンション部をその表面部分に有し、前記第 2 のソース領域は、前記半導体基板表面に沿って前記第 2 のドレイン領域の方向に延在する第 3 のエクステンション部をその表面部分に有し、前記第 2 のドレイン領域は、前記半導体基板表面に沿って前記第 2 のソース領域の方向に延在する第 4 のエクステンション部をその表面部分に有し、

前記第 1 のエクステンション部は、前記第 1 のエクステンション部の下部が前記第 2 のエクステンション部に向かって延出する第 1 のポケット領域を有し、前記第 2 のエクステンション部は、前記第 2 のエクステンション部の下部が前記第 1 のエクステンション部に向かって延出する第 2 のポケット領域を有し、

前記第 3 のエクステンション部は、前記第 3 のエクステンション部の下部が前記第 4 のエクステンション部に向かって延出する第 3 のポケット領域を有し、前記第 4 のエクステンション部は、前記第 4 のエクステンション部の下部が前記第 3 のエクステンション部に向かって延出する第 4 のポケット領域を有することを特徴とする付記 1 1 または 1 2 記載の CMOS 集積回路装置。

## 【0 1 2 8】

(付記 1 4) 前記第 1 および第 2 のゲート電極は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下のゲート長を有することを特徴とする付記 1 1 ～ 1 3 のうち、いずれか一項記載の CMOS 集積回路装置。

## 【0 1 2 9】

(付記 1 5) 前記第 1 のパンチスルーストップ領域は B および P のいずれか一方によりドーピングされており、前記第 2 のパンチスルーストップ領域は、B およ

びPの他方によりドーピングされていることを特徴とする付記11～14のうち、いずれか一項記載のCMOS集積回路装置。

【0130】

(付記16) 半導体基板表面に、チャネル領域に対応してダミーゲート電極を形成する工程と、

前記ダミーゲート電極パターンをマスクに、前記半導体基板中に第1導電型の不純物元素を導入し、ソース領域およびドレイン領域を形成する工程と、

前記半導体基板表面に、前記ダミーゲート電極を覆うように絶縁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜を前記ダミーゲート電極が露出するまで研磨する工程と、

前記ダミーゲート電極を除去し、前記絶縁膜中に開口部を形成する工程と、

前記開口部側壁面に、側壁膜を形成する工程と、

前記絶縁膜および前記側壁膜をマスクに、前記半導体基板中に、少なくとも2回、第2導電型の不純物元素を異なった加速電圧でイオン注入し、前記基板面に対して垂直方向に延在するパンチスルーストップを形成する工程とよりなり、

前記パンチスルーストップを形成する工程は、前記ソース領域およびドレイン領域を形成する工程よりも後で実行されることを特徴とする半導体装置の製造方法。

【0131】

(付記17) 前記パンチスルーストップを形成する工程は、前記第2導電型不純物元素として、BおよびPのいずれか一方を使うことを特徴とする付記16記載の半導体装置の製造方法。

【0132】

(付記18) 前記半導体基板中には、前記半導体基板表面から離間して、第2導電型ウェルが形成されており、前記ソース領域およびドレイン領域を形成する工程では前記ソース領域およびドレイン領域が、前記第2導電型ウェルの上方に、前記第2導電型ウェルから離間して形成され、前記パンチスルーストップを形成する工程は、前記パンチスルーストップの下端が、前記第2導電型ウェルの近傍に到達するように実行されることを特徴とする付記16または17記載の半

導体装置の製造方法。

【0133】

(付記19) 前記ソース領域およびドレイン領域を形成する工程は、さらに前記ソース領域およびドレイン領域の上部に前記第1導電型のソースエクステンション領域およびドレインエクステンション領域を、前記ソースエクステンション領域と前記ドレインエクステンション領域とが前記半導体基板の表面に沿って、相互に対向して延出するように形成する工程と、前記ゲート電極をマスクに、前記第1導電型の不純物元素を斜め方向にイオン注入し、前記前記ソースエクステンション領域の下部に前記第1導電型を有する第1のポケット領域を、また前記ドレインエクステンション領域の下部に前記第1導電型を有する第2のポケット領域を、前記第1および第2のポケット領域が相互に対向して延出するように形成する工程とを含むことを特徴とする付記16～18のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【0134】

(付記20) 半導体基板と、

前記半導体基板上に形成された、第1導電型半導体層よりなるを有する第1の素子領域と、

前記第1の素子層上に形成された第1導電型を有するパンチスルーストップパ層と、

前記パンチスルーストップパ層上に形成された第1導電型を有する半導体層よりなる第2の素子領域と、

前記第2の素子領域中に、前記パンチスルーストップパ層を横切って、前記第1の素子領域の一部を露出するように形成された溝と、

前記溝表面に、前記第2の素子領域から前記第1の素子領域まで連続して延在するように形成されたゲート絶縁膜と、

前記第2の素子領域中、前記溝に隣接して形成された第2導電型の第1の拡散領域と、

前記第1の素子領域中、前記溝に隣接して形成された第2導電型の第2の拡散領域と、

前記溝中に前記ゲート絶縁膜を覆うように形成されたゲート電極とよりなり、  
前記パンチスルーストップ層は、前記第 1 および第 2 の素子領域よりも大きな不純物濃度を有することを特徴とする半導体装置。

## 【 0 1 3 5 】

## 【発明の効果】

本発明によれば、このようにして形成されるパンチスルーストップ領域中における前記第 1 導電型不純物元素の濃度をソース領域あるいはドレイン領域の濃度の少なくとも 5 倍に設定することによ、効果的なパンチスルーの抑制が可能になる。また本発明では高い不純物濃度にドーパされたパンチスルーストップがソースエクステンション領域あるいはドレインエクステンション領域から離間して形成されるため、接合容量の増加による動作速度の低下あるいは接合リーク電流の増加の問題を回避することができる。特にパンチスルーストップを、下端がソース領域あるいはドレイン領域の接合深さよりも深くなるように形成することにより、また上端がチャネル表面から 1 0 n m 以内に位置するように形成することにより、さらに幅が 1 0 n m 以上になるように形成することにより、パンチスルーを効果的に抑制することができる。

## 【 0 1 3 6 】

また本発明によれば、CMOS 半導体装置を構成する p チャネル MOS トランジスタと n チャネル MOS トランジスタにおいて、それぞれのパンチスルーストップ領域を、それぞれの素子領域下方に形成されたウェル近傍に到達するように、あるいはウェル自体に到達するように形成することにより、寄生バイポーラトランジスタのラッチアップ現象を効果的に抑制することが可能になる。

## 【 0 1 3 7 】

また本発明によれば、ダミーゲート電極を使ってソースおよびドレイン領域を形成した後で、自己整合マスクを使ってイオン注入を、加速電圧を変えながら複数回繰り返すことにより、所望のパンチスルーストップを、基板主面に対して垂直方向に限られた幅で延在する高濃度注入領域の形に形成することが可能になる。特に p 型ドーパントを使う場合には B を、n 型ドーパントを使う場合には P を使うことにより、側方へのドーパントの拡散が少ない高濃度注入領域を形成する

ことが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

従来の半導体装置の構成を示す図である。

【図 2】

従来の別の半導体装置の構成を示す図である。

【図 3】

図 2 の半導体装置の製造工程を示す図である。

【図 4】

従来の半導体装置におけるオフ電流と基板濃度との関係を示す図である。

【図 5】

従来の半導体装置における接合容量と基板濃度との関係を示す図である。

【図 6】

本発明の原理を説明する図である。

【図 7】

本発明の原理を説明する別の図である。

【図 8】

本発明の原理を説明する別の図である。

【図 9】

本発明の原理を説明する別の図である。

【図 1 0】

本発明の原理を説明する別の図である。

【図 1 1】

本発明の原理を説明する別の図である。

【図 1 2】

本発明の第 1 実施例による CMOS 集積回路装置の構成を示す図である。

【図 1 3】

(A) , (B) は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図（その 1）である。

【図 1 4】

(C) は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図（その 2）である。

【図 1 5】

(D) , (E) は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図（その 3）である。

【図 1 6】

(F) , (G) は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図（その 4）である。

【図 1 7】

(H) , (I) は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図（その 5）である。

【図 1 8】

(J) , (K) は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図（その 6）である。

【図 1 9】

(L) , (M) は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図（その 7）である。

【図 2 0】

イオン注入によるパンチスルーストップパの形成を示す図である。

【図 2 1】

イオン注入によるパンチスルーストップパの形成を示す図である。

【図 2 2】

イオン注入によるパンチスルーストップパの形成を示す図である。

【図 2 3】

イオン注入によるパンチスルーストップパの形成を示す図である。

【図 2 4】

イオン注入によるパンチスルーストップパの形成を示す図である。

【図 2 5】



イオン注入によるパンチスルーストップの形成を示す図である。

【図 2 6】

パンチスルーストップをイオン注入により形成する際のマスクを示す平面図である。

【図 2 7】

本発明の第 2 実施例による CMOS 集積回路装置の構成を示す図である。

【図 2 8】

(A), (B) は、本発明の第 3 実施例による CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図 (その 1) である。

【図 2 9】

(C) ~ (E) は、本発明の第 3 実施例による CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図 (その 2) である。

【図 3 0】

(F) ~ (H) は、本発明の第 3 実施例による CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図 (その 3) である。

【図 3 1】

(I) は、本発明の第 3 実施例による CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図 (その 4) である。

【図 3 2】

本発明の第 4 実施例による半導体装置の構成を示す図である。

【符号の説明】

1 0、2 0、3 0、8 0 半導体装置

1 1、2 1、3 1 基板

1 2 ウェル

1 2 A 素子領域

1 2 B 素子分離領域

1 2 D、2 4 D、3 1 D ドレイン領域

1 2 D e、3 1 D e ドレインエクステンション領域

1 2 S、2 4 S、3 1 S ソース領域

12Se, 31Se ソースエクステンション領域  
12P ポケット領域  
13, 22, 32 ゲート絶縁膜  
14, 23, 33 ゲート電極  
25, 34 パンチスルーストップバ  
24Dd, 24Sd LDD領域  
40, 60 CMOS集積回路装置  
40A, 40B 素子領域  
41 基板  
41A, 41B ウェル  
41a, 41b チャネル領域  
41D, 41S, 51S, 51D ソース領域・ドレイン領域  
41Se, 41De, 51Se, 51De ソース・ドレインエクステンション  
領域  
41P, 51P パンチスルーストップバ  
41Q, 51Q 溝  
41c, 41d チャネルドープ領域  
41p, 51p ポケット領域  
42 素子分離構造  
42A 酸化膜  
43A, 43B ゲート絶縁膜  
44A, 44B ゲート電極  
54A, 54B ダミーゲート電極  
54a, 54b 側壁絶縁膜  
55 絶縁膜  
55A, 55B 開口部  
56A, 56B 側壁膜  
71A, 71B 絶縁膜  
81 基板

8 2 ウェル

8 3 素子領域

8 3 D, 8 3 S 拡散領域

8 3 G 溝

8 4 ゲート絶縁膜

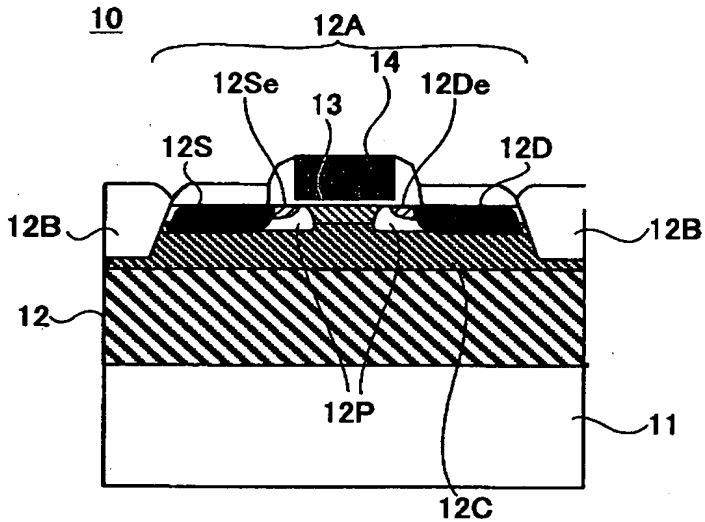
8 5 ゲート電極

8 6 パンチスルーストップ

【書類名】 図面

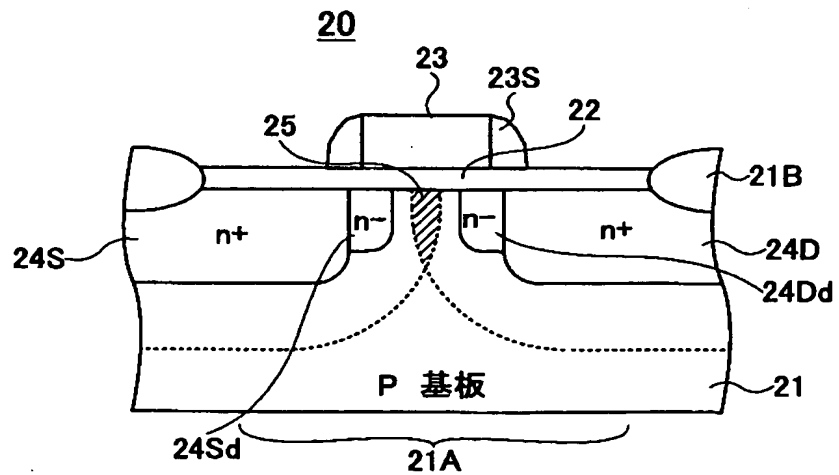
【図 1】

従来の半導体装置の構成を示す図



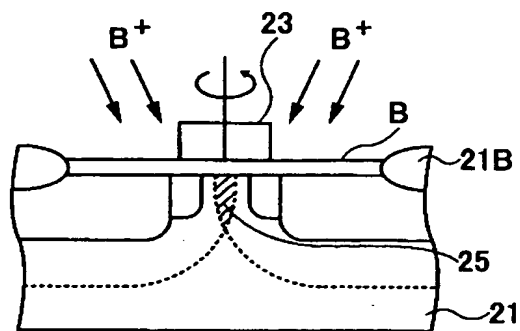
【図 2】

従来の別の半導体装置の構成を示す図



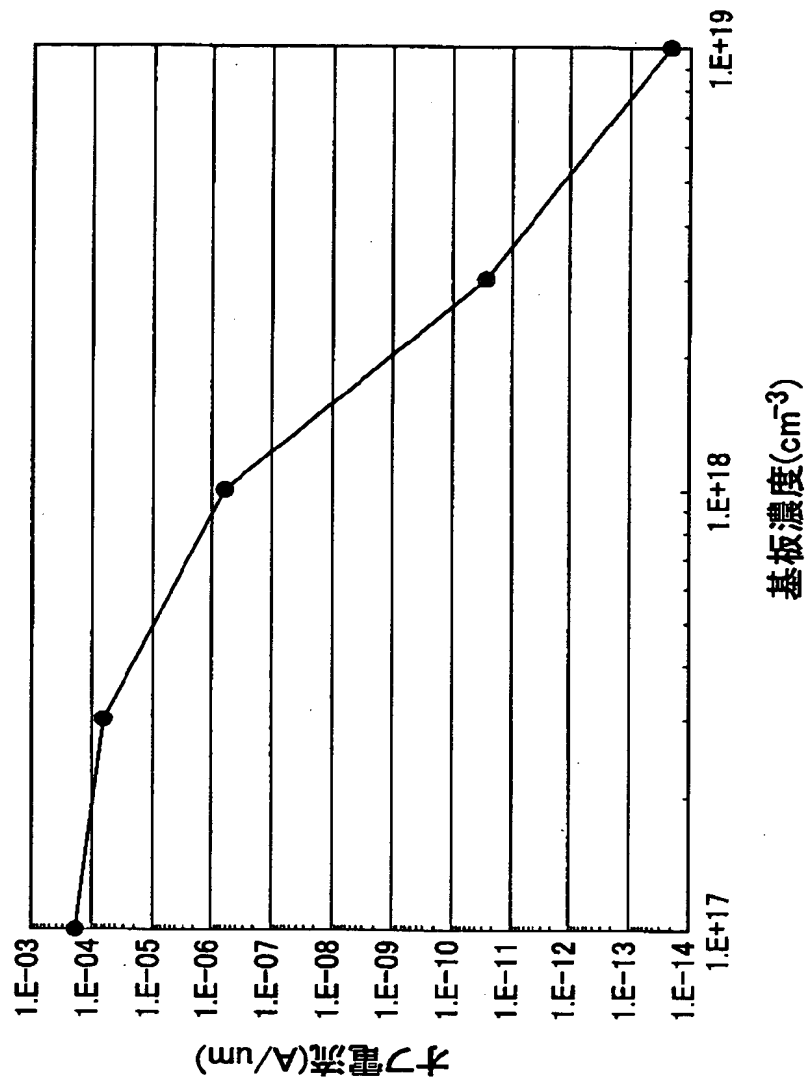
【図 3】

図 2 の半導体装置の製造工程を示す図



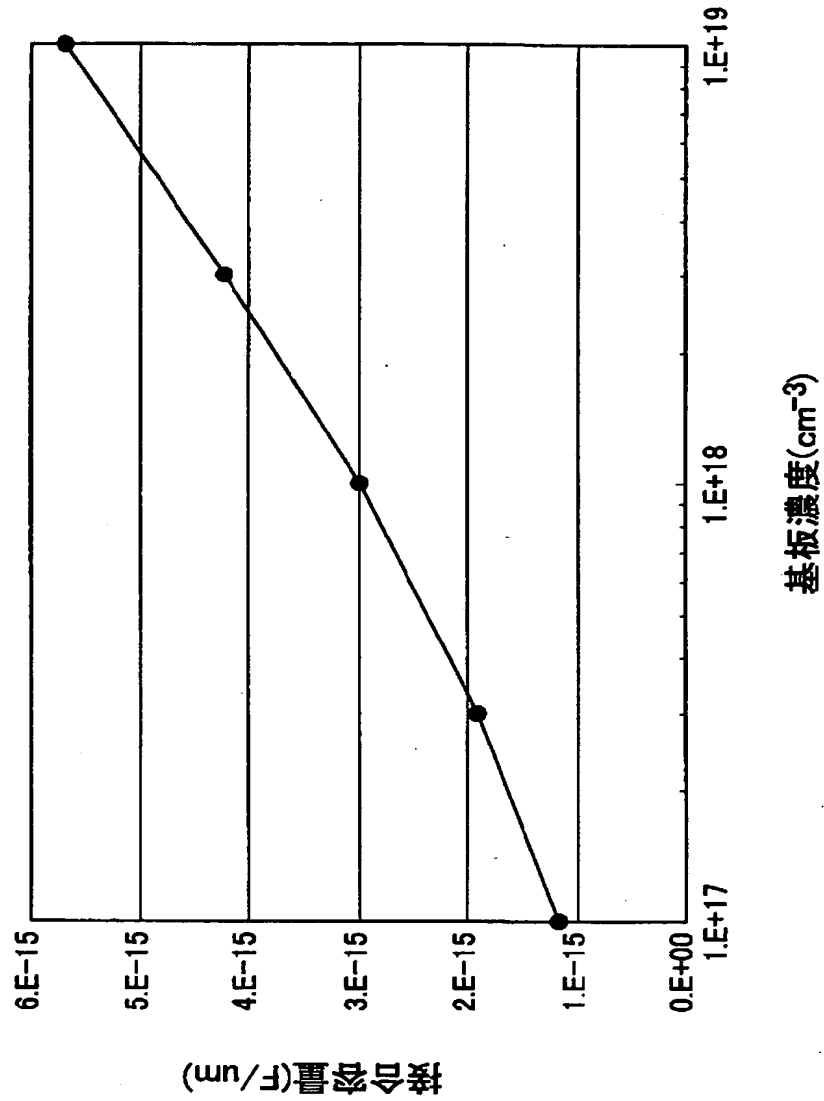
【図 4】

従来の半導体装置におけるオフ電流と基板濃度との関係を示す図



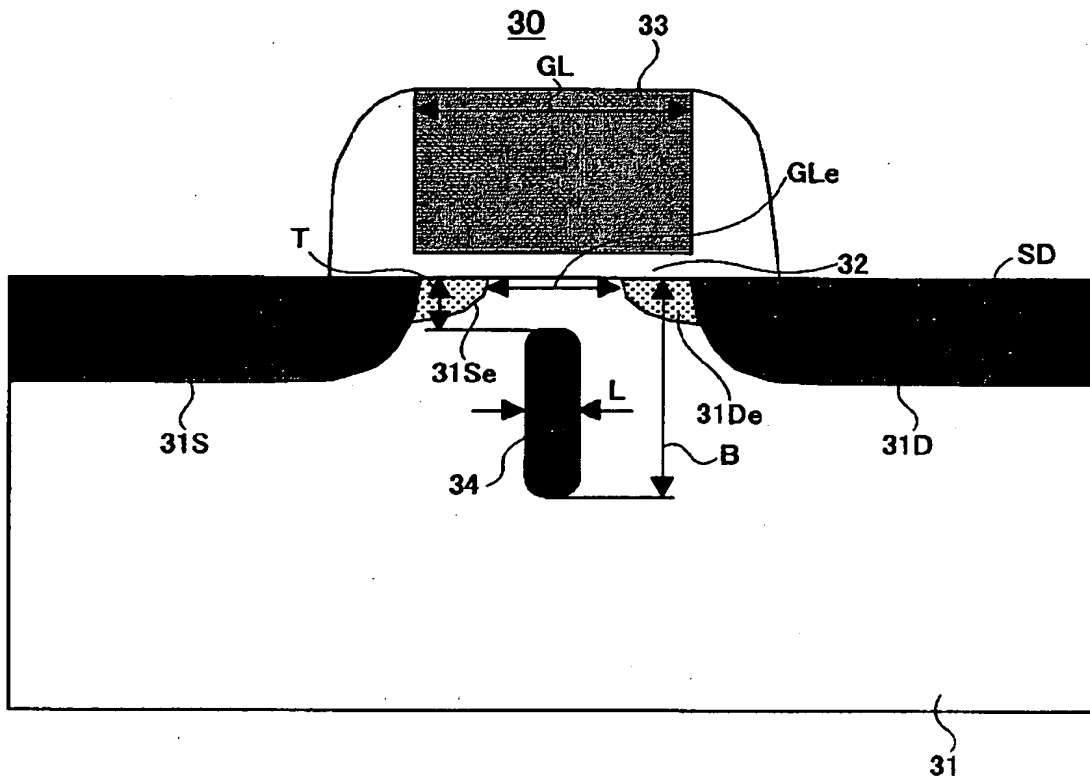
【図 5】

従来の半導体装置における接合容量と基板濃度との関係を示す図



【図 6】

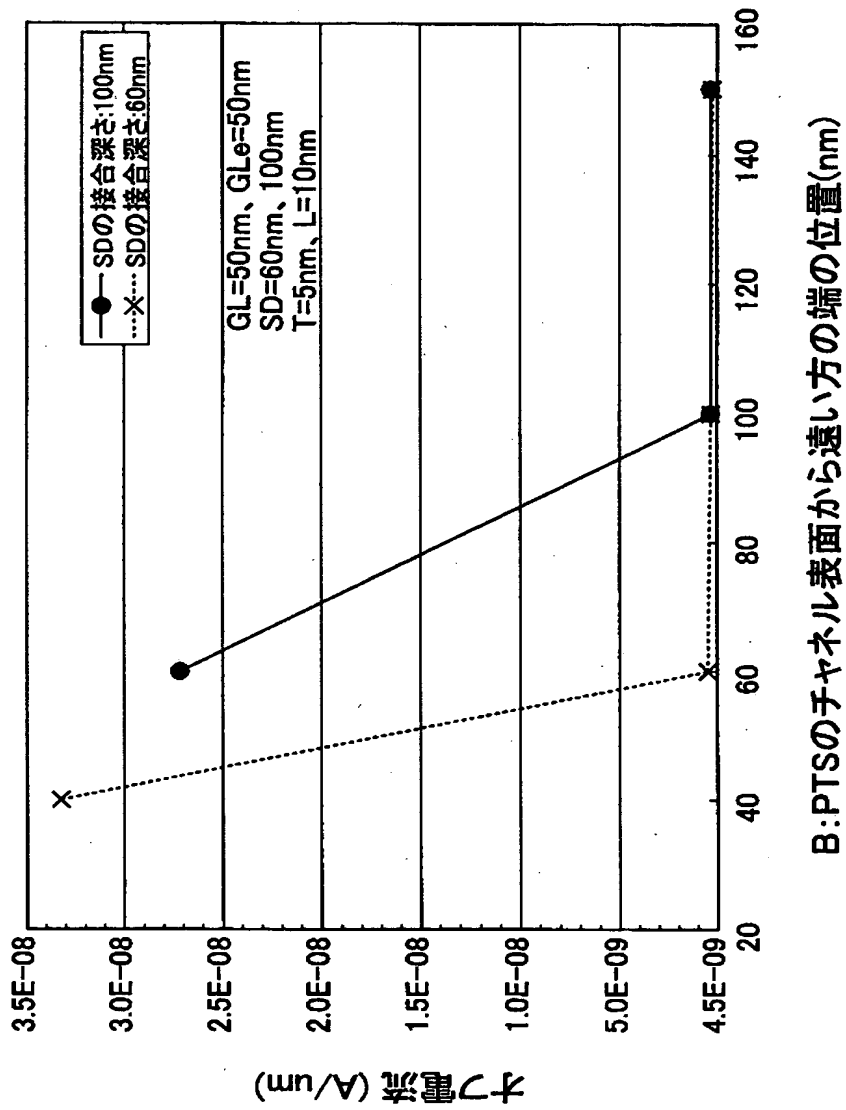
本発明の原理を説明する図





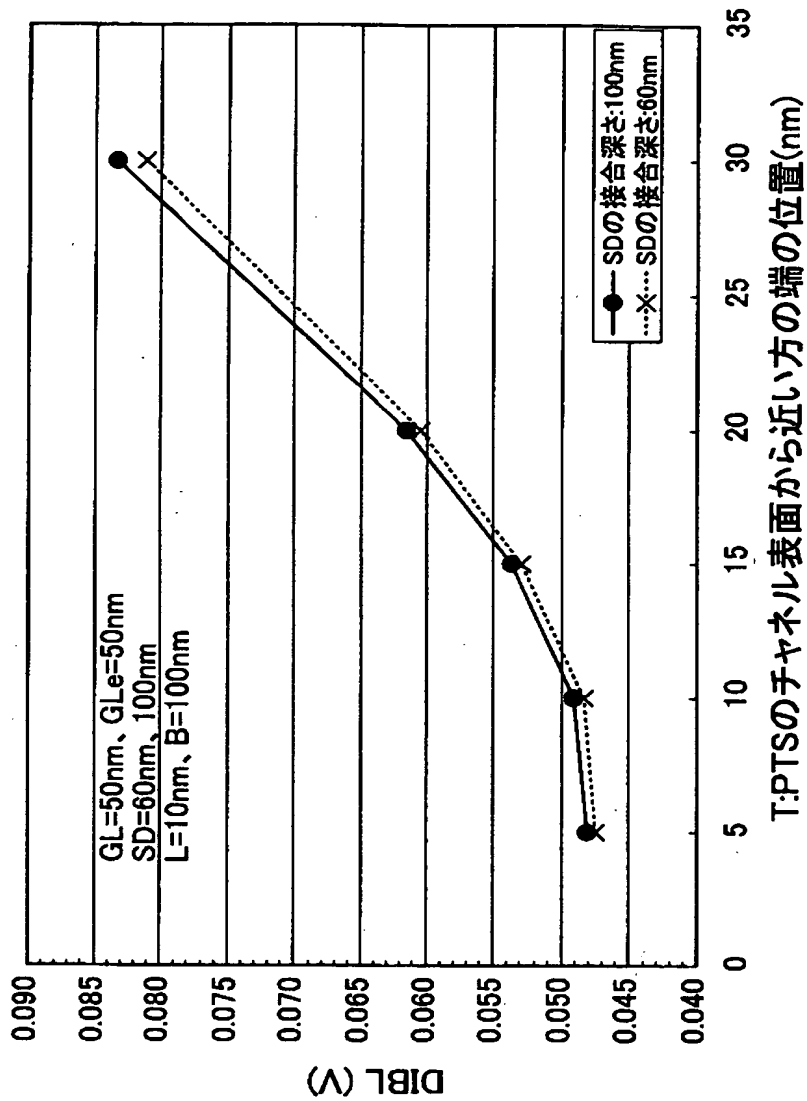
【図 7】

本発明の原理を説明する別の図



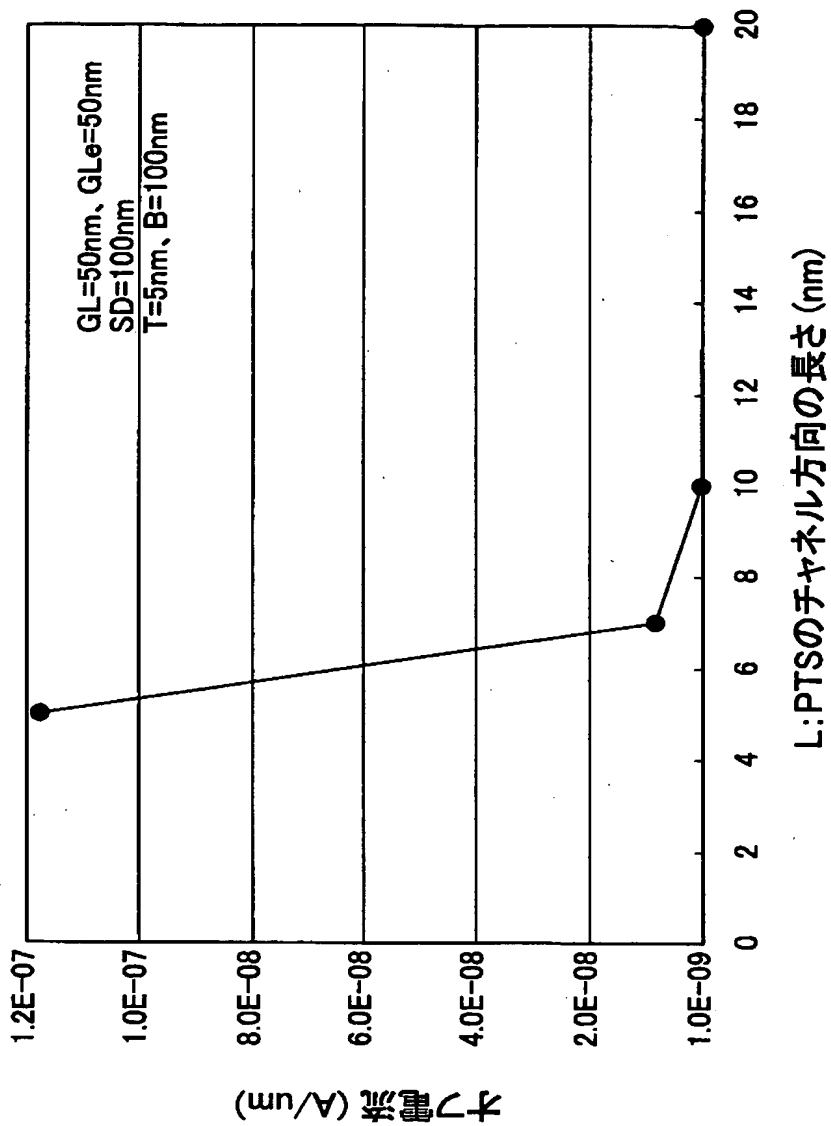
【図 8】

本発明の原理を説明する別の図



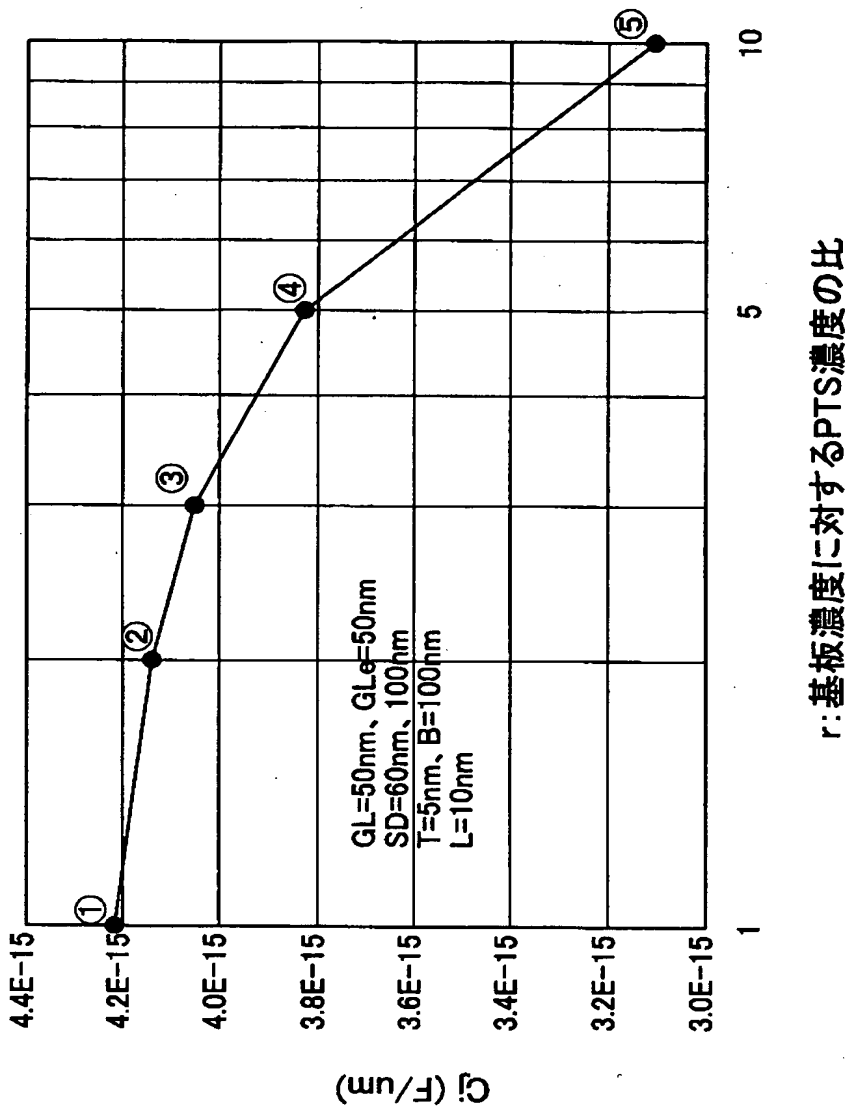
【図 9】

本発明の原理を説明する別の図



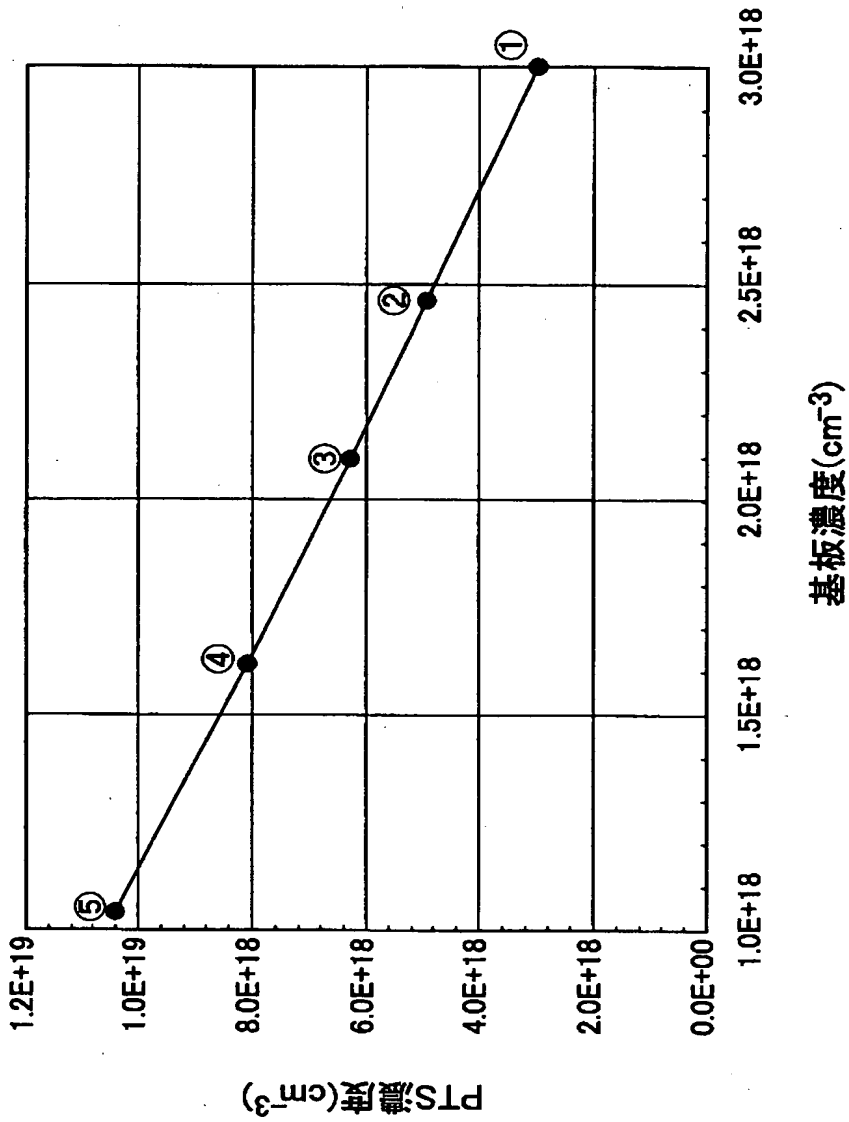
【図 1 0】

本発明の原理を説明する別の図



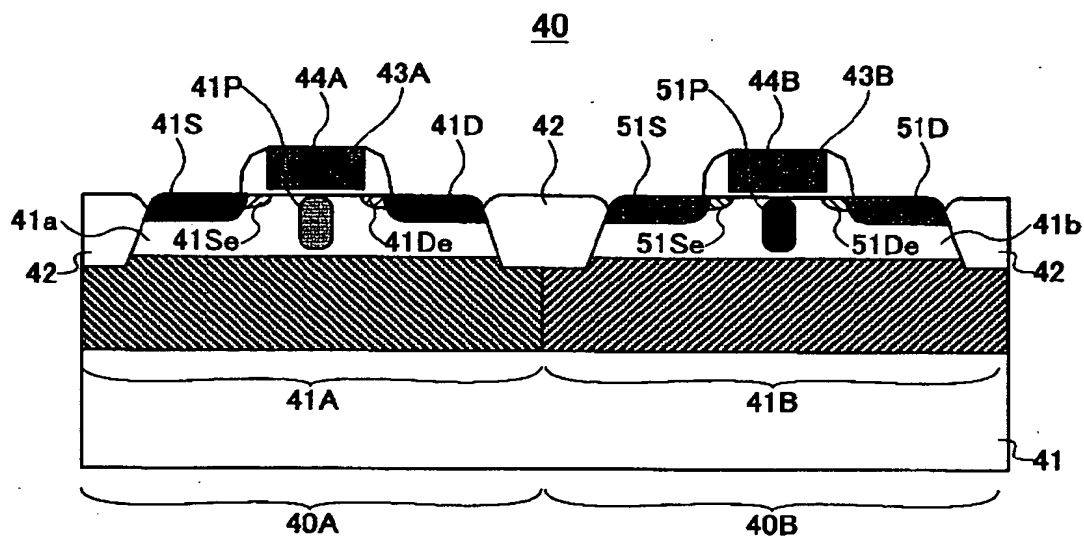
【図 11】

本発明の原理を説明する別の図



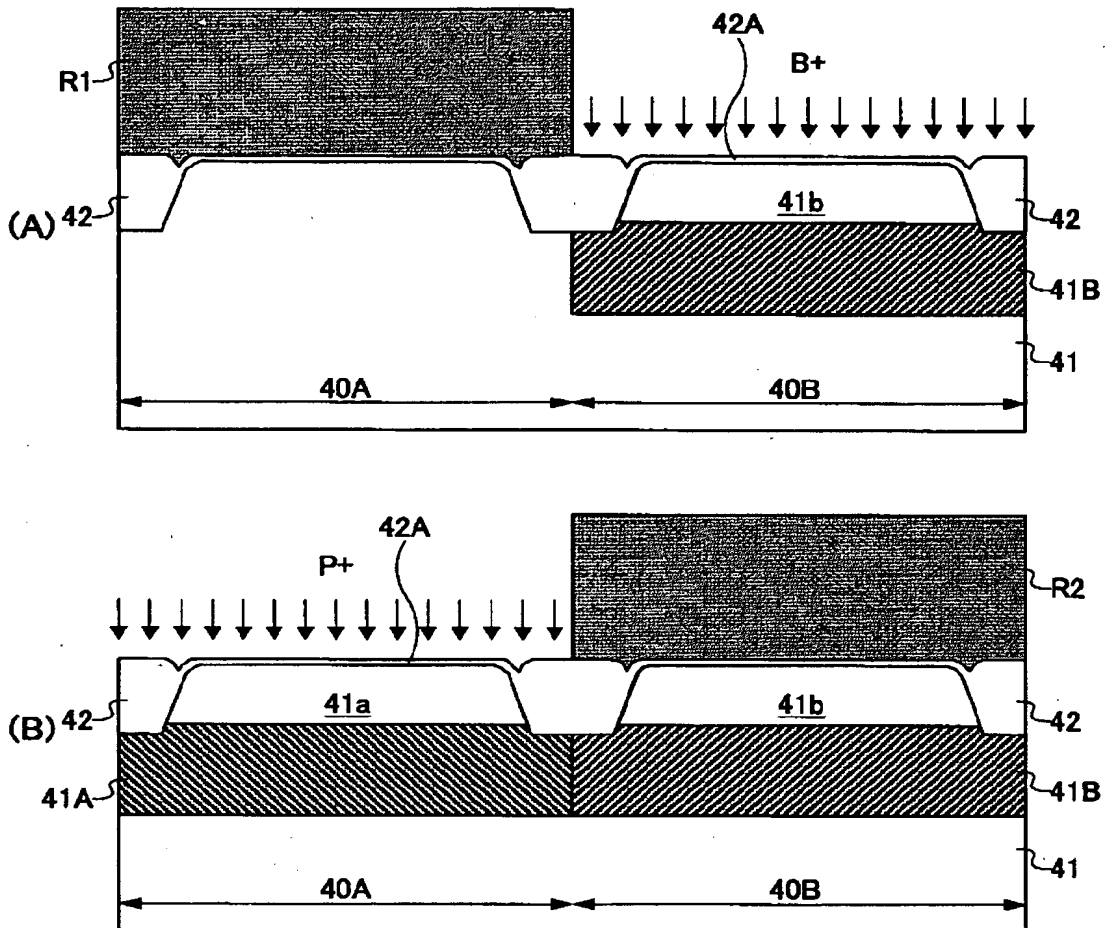
【图 1 2】

本発明の第１実施例によるＣＭＯＳ集積回路装置の構成を示す図



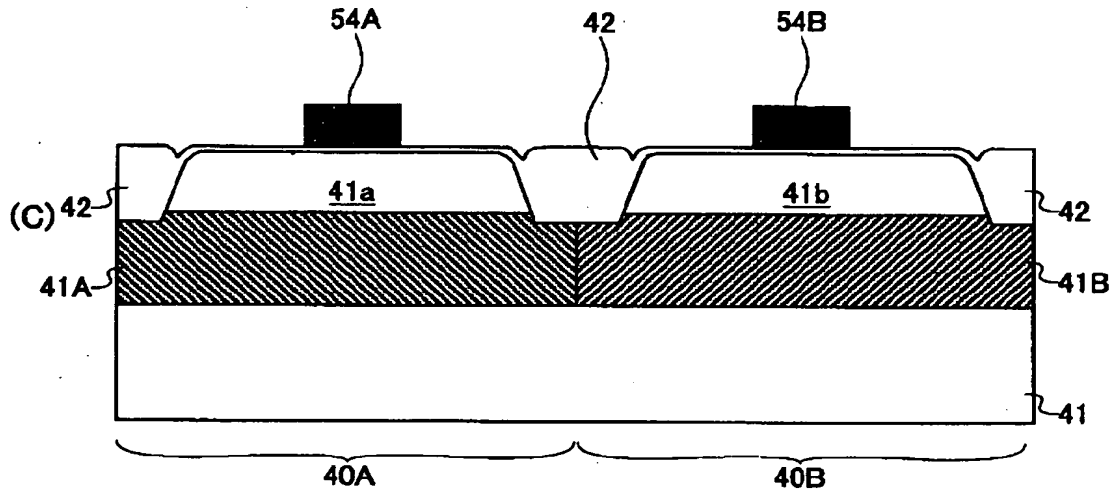
【図13】

(A), (B) は、図12のCMOS集積回路装置の製造工程を示す図  
(その1)



【図 1 4】

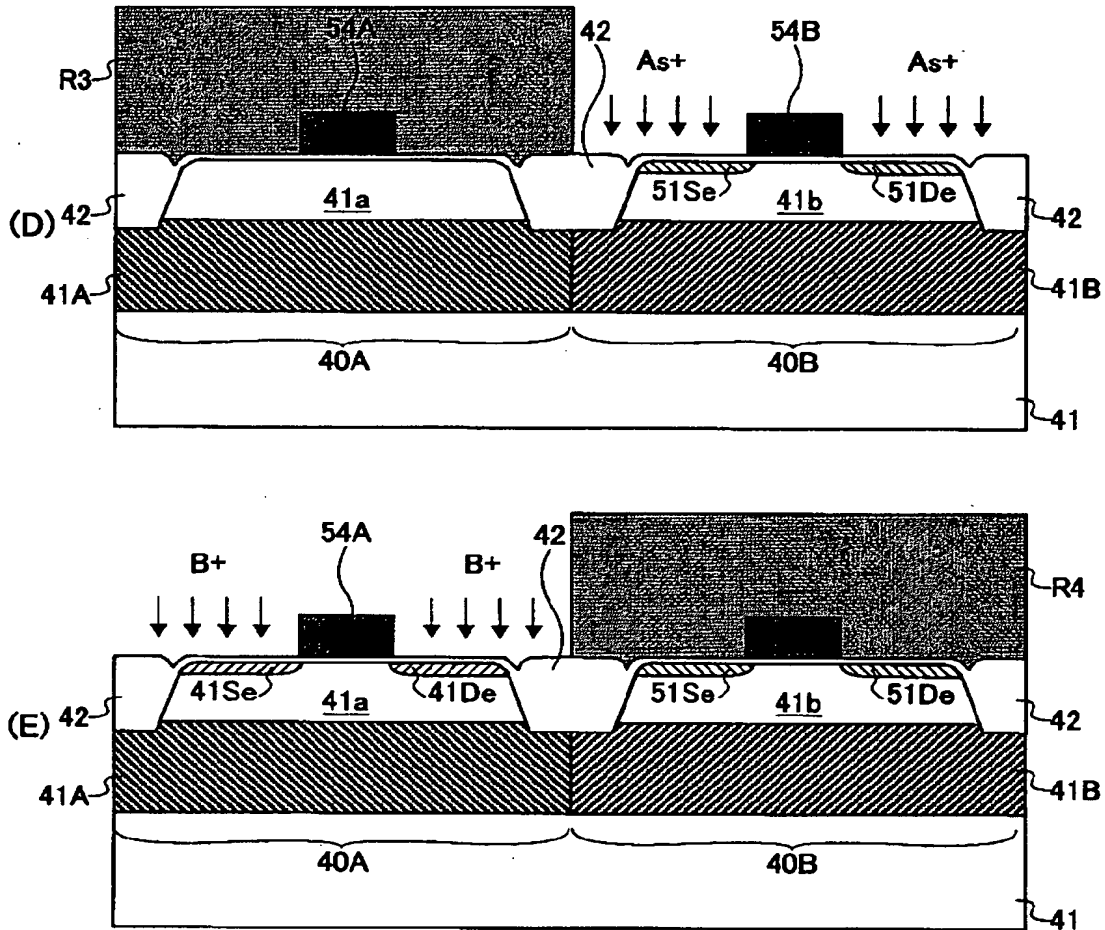
(C)は、図 1 2 の CMOS 集積回路装置の製造工程を示す図  
(その 2)





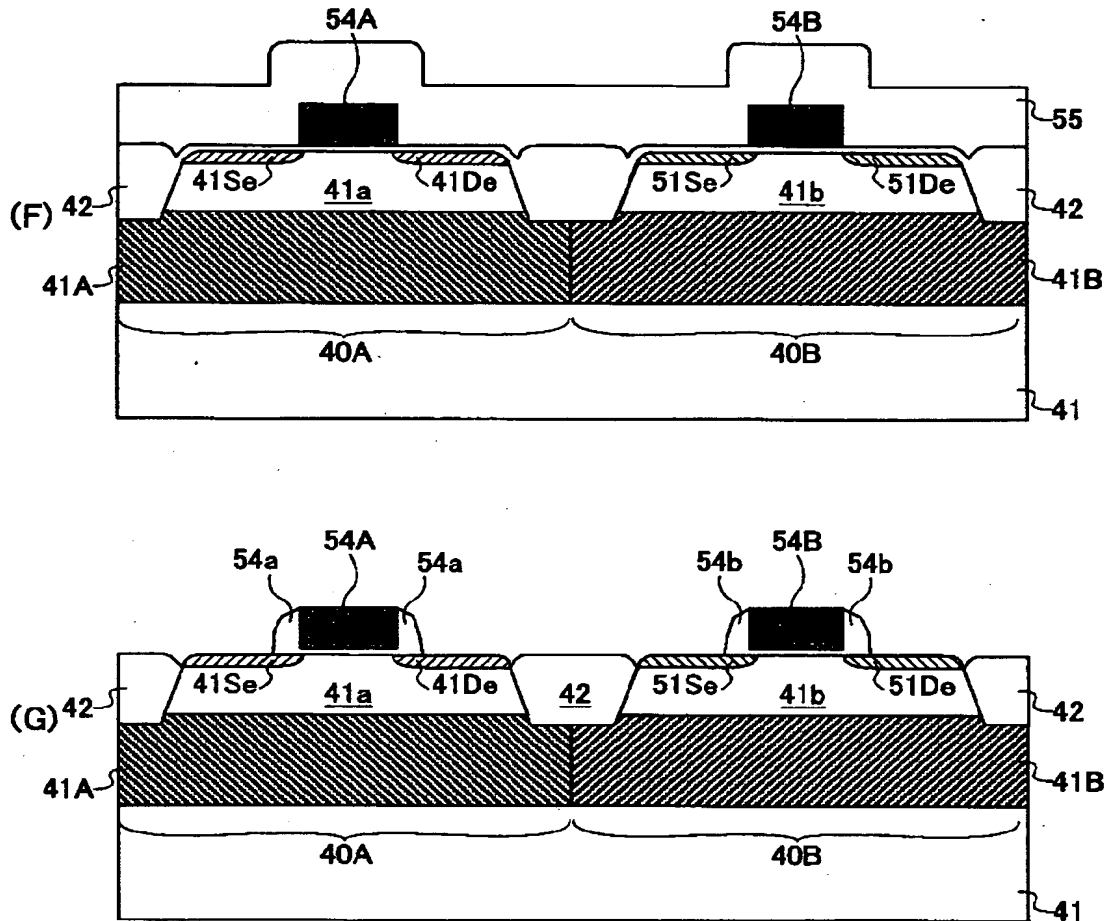
【図15】

(D)、(E) は、図12のCMOS集積回路装置の製造工程を示す図  
(その3)



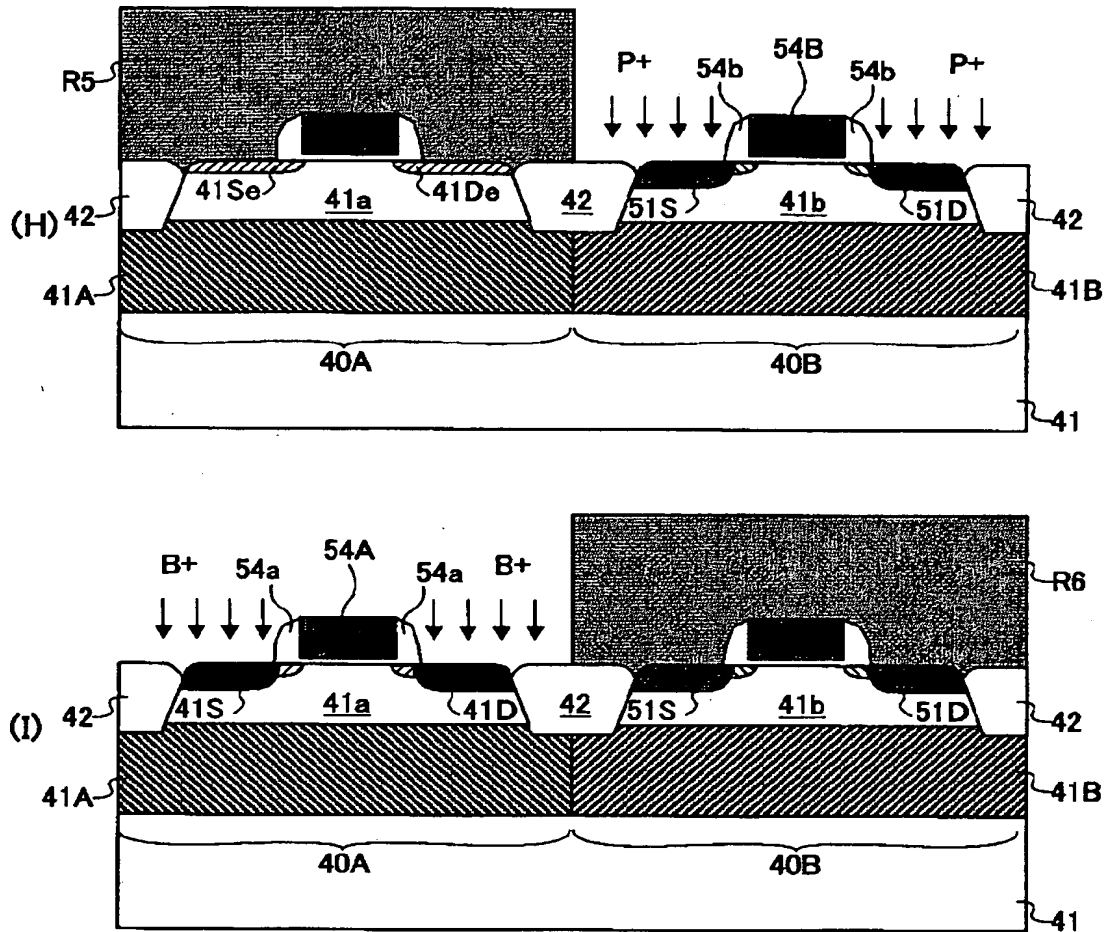
【図16】

(F), (G)は、図12のCMOS集積回路装置の製造工程を示す図  
(その4)



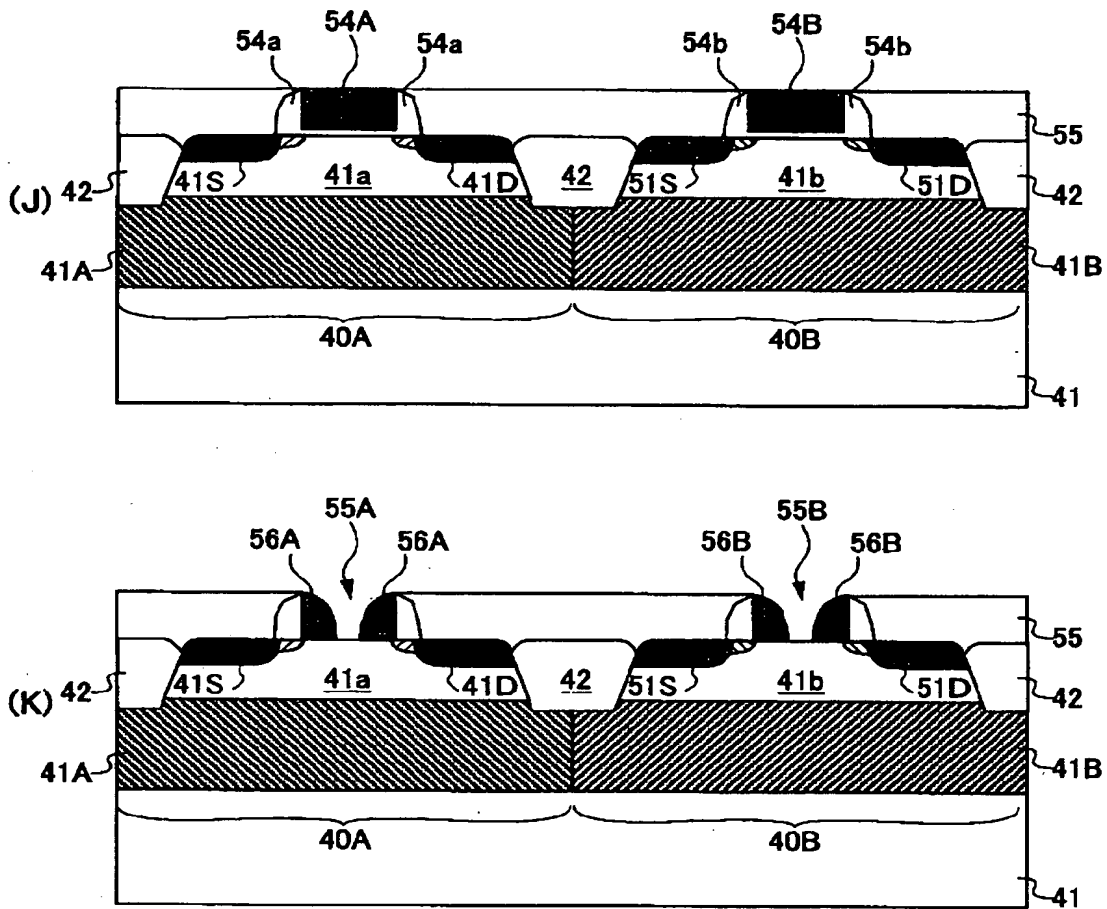
【图 1 7】

(H), (I)は、図12のCMOS集積回路装置の製造工程を示す図  
(その5)



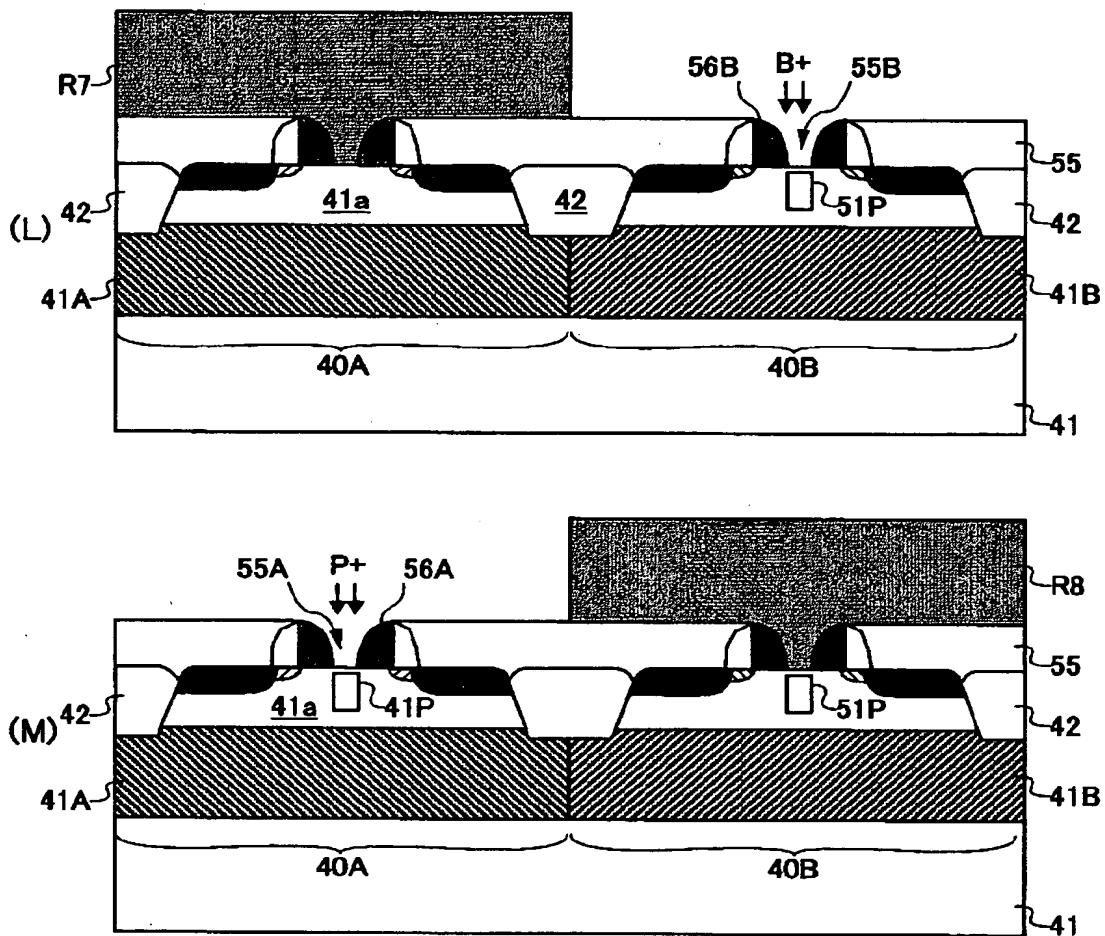
【図18】

(J), (K)は、図12のCMOS集積回路装置の製造工程を示す図  
(その6)



【图 19】

(L), (M)は、図12のCMOS集積回路装置の製造工程を示す図  
(その7)



【図 20】

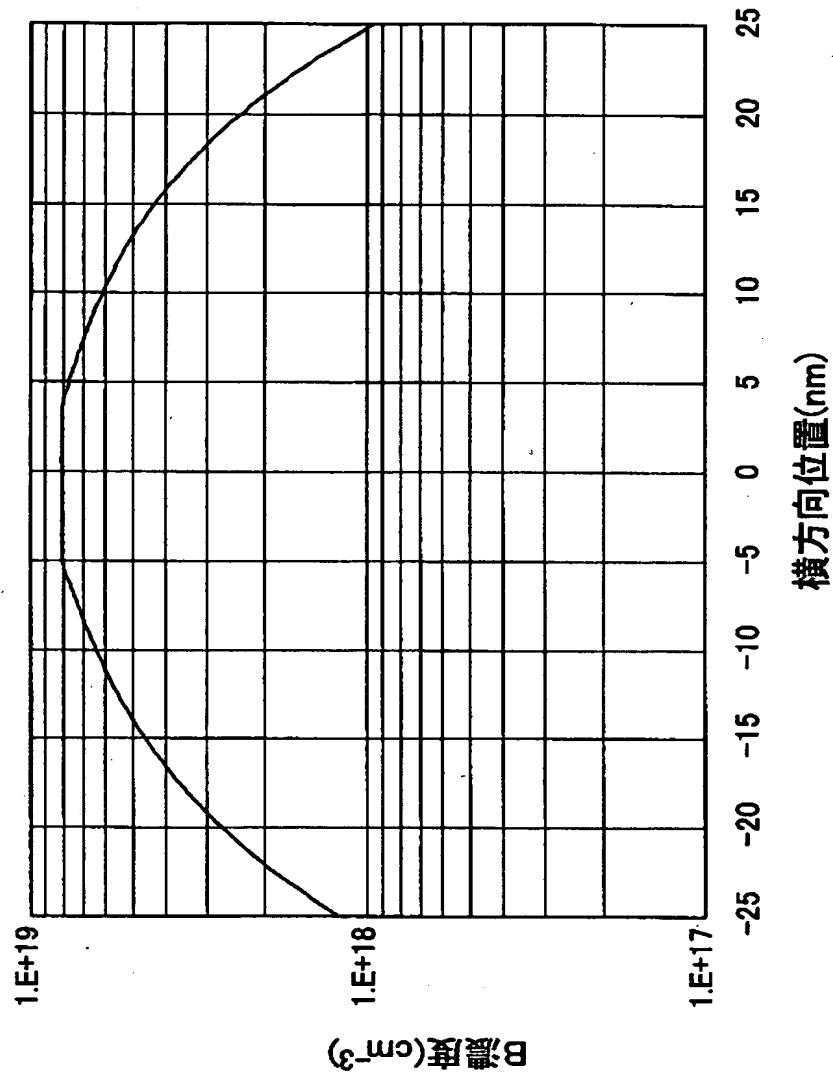
イオン注入によるパンチスルーストップの形成を示す図



BEST AVAILABLE COPY

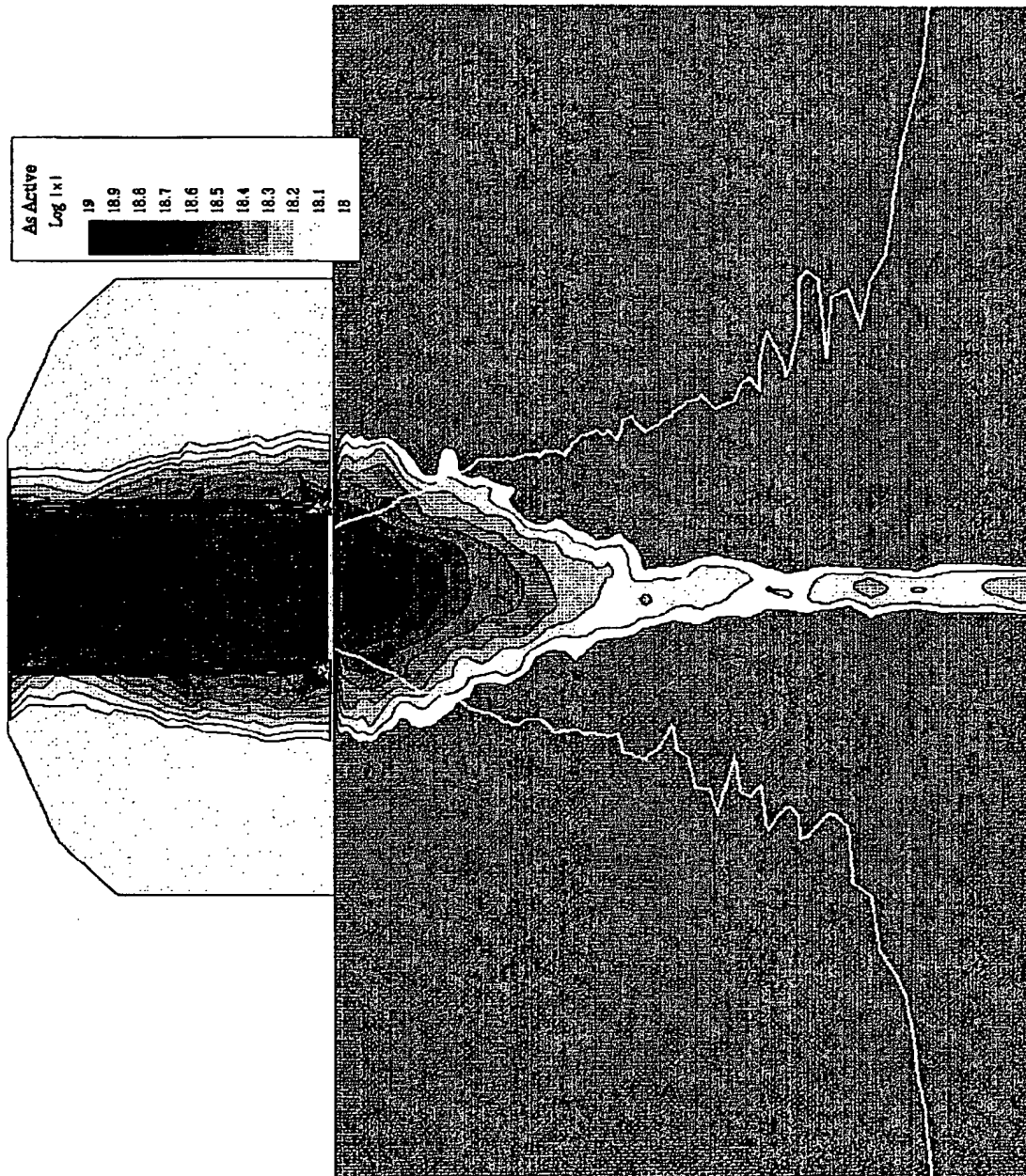
【図 21】

イオン注入によるパンチスルーストップの形成を示す図



【図 2 2】

イオン注入によるパンチスルーストップの形成を示す図

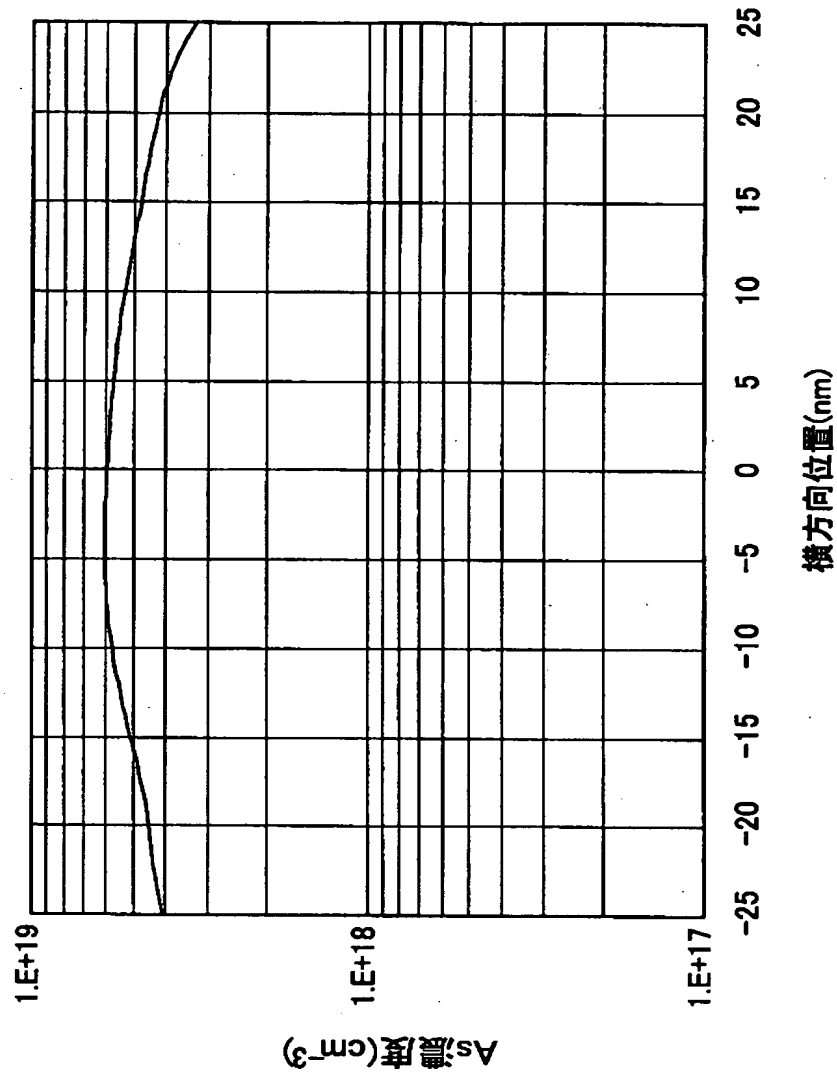


BEST AVAILABLE COPY



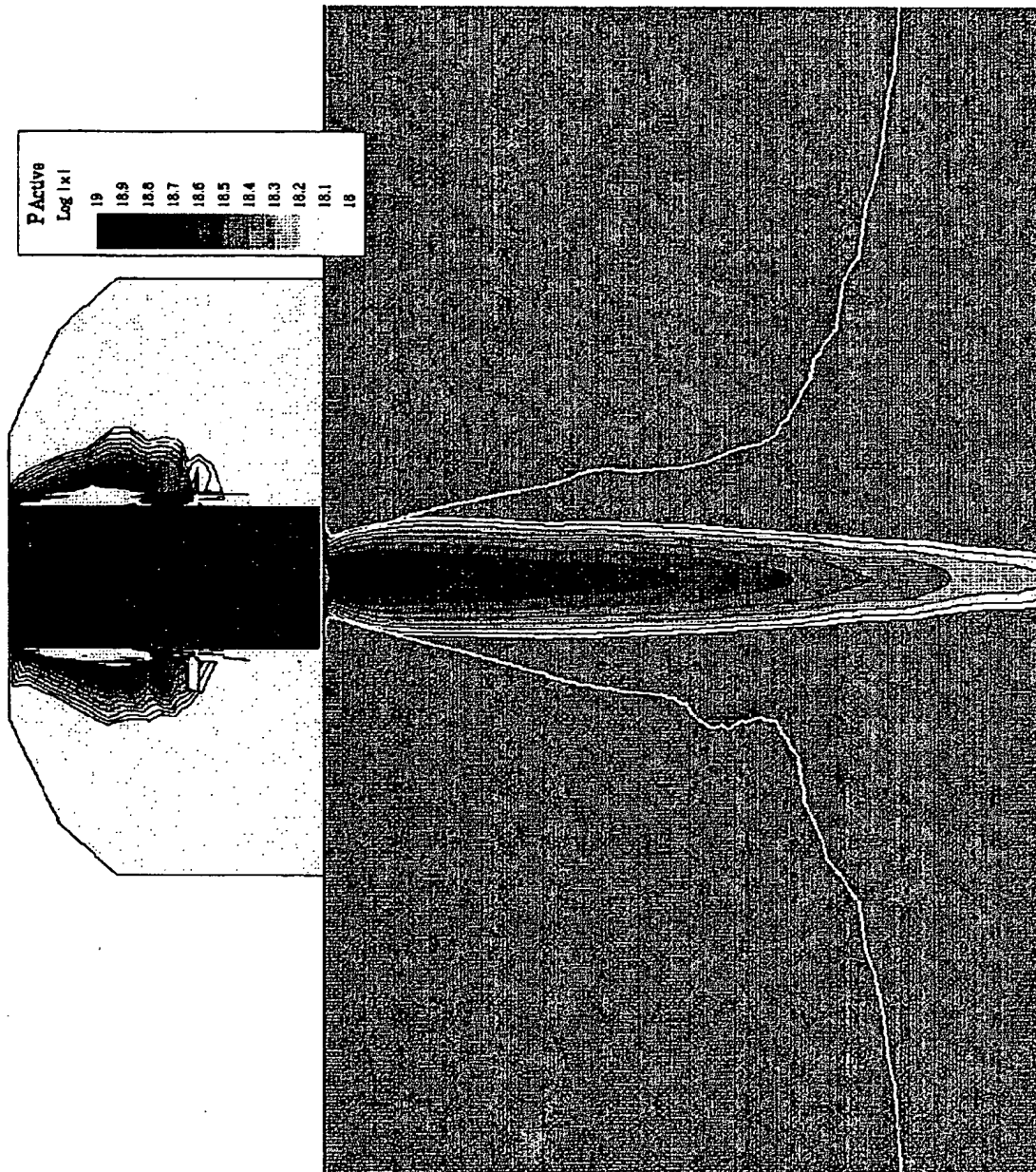
【図 23】

イオン注入によるパンチスルーストップの形成を示す図



【図 24】

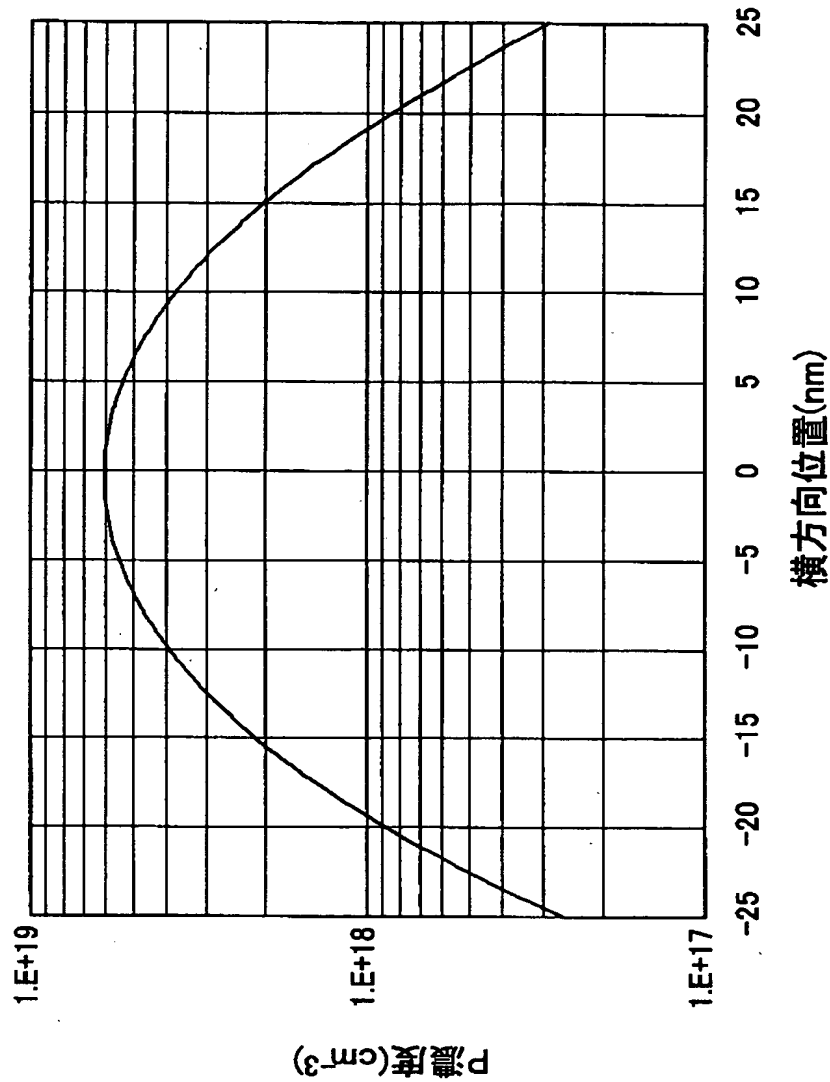
イオン注入によるパンチスルーストップの形成を示す図



BEST AVAILABLE COPY

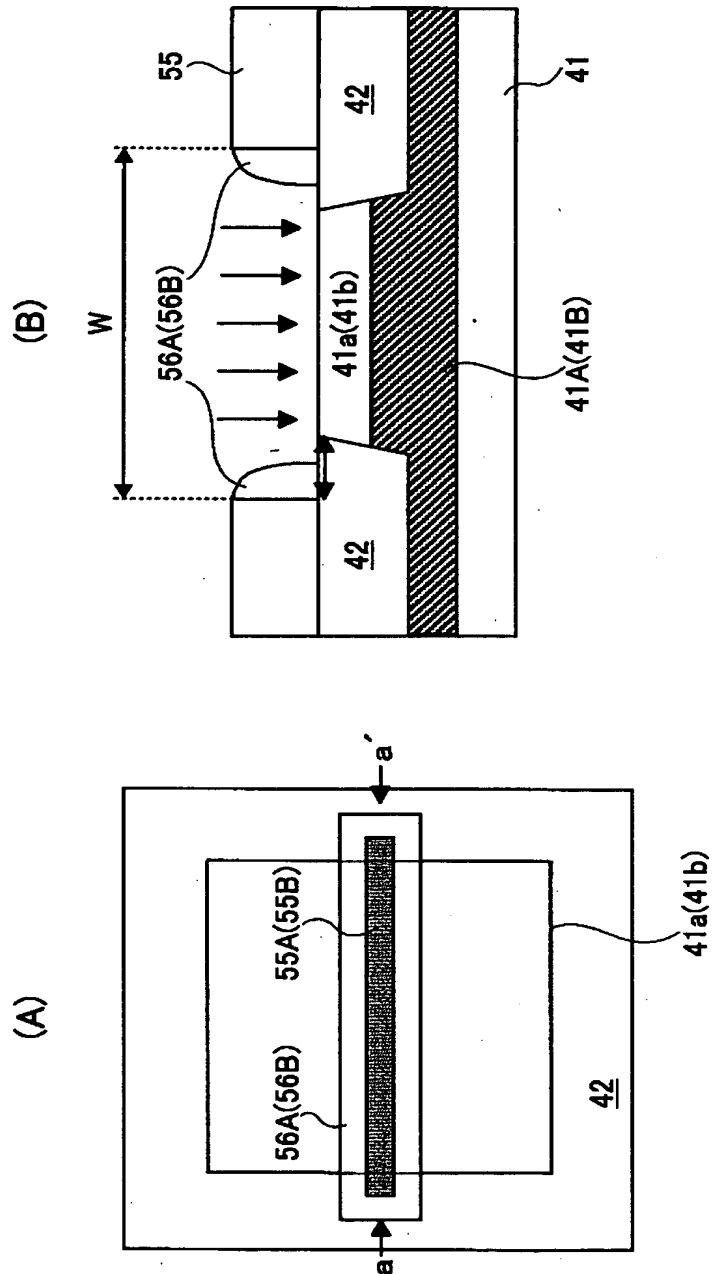
【図 25】

イオン注入によるパンチスルーストップの形成を示す図



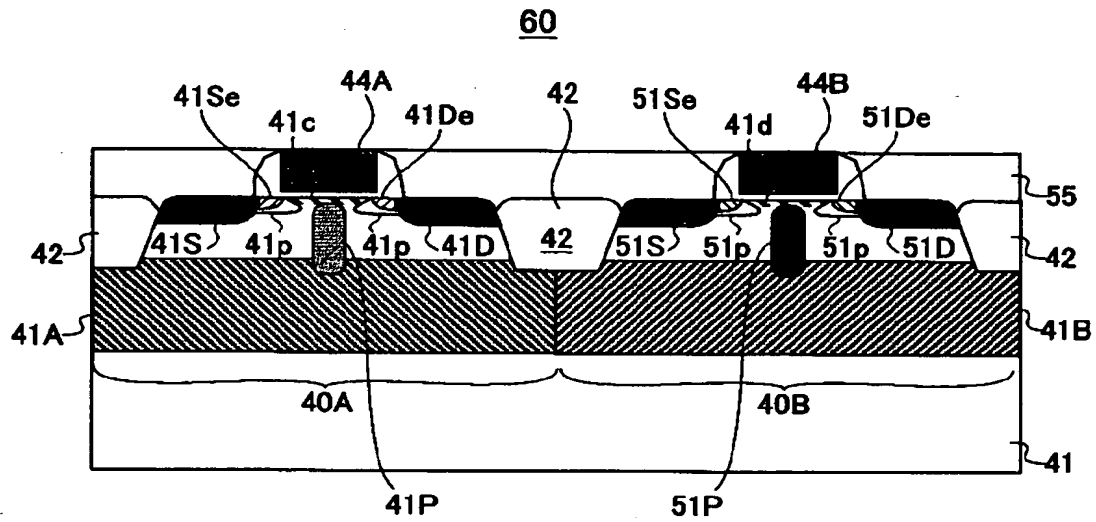
【図 26】

パンチスルーストップアをイオン注入により形成する際の  
マスクを示す平面図



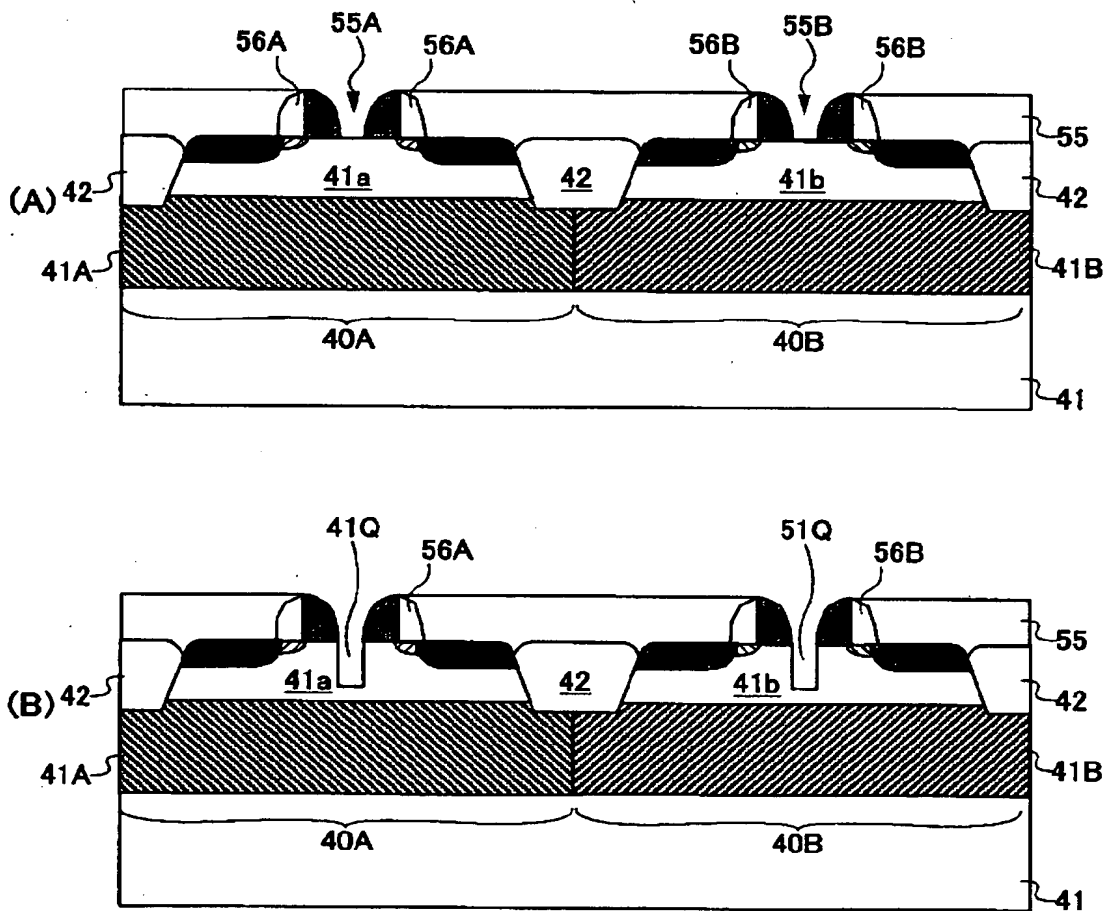
【図 2 7】

本発明の第 2 実施例による CMOS 集積回路装置の構成を示す図



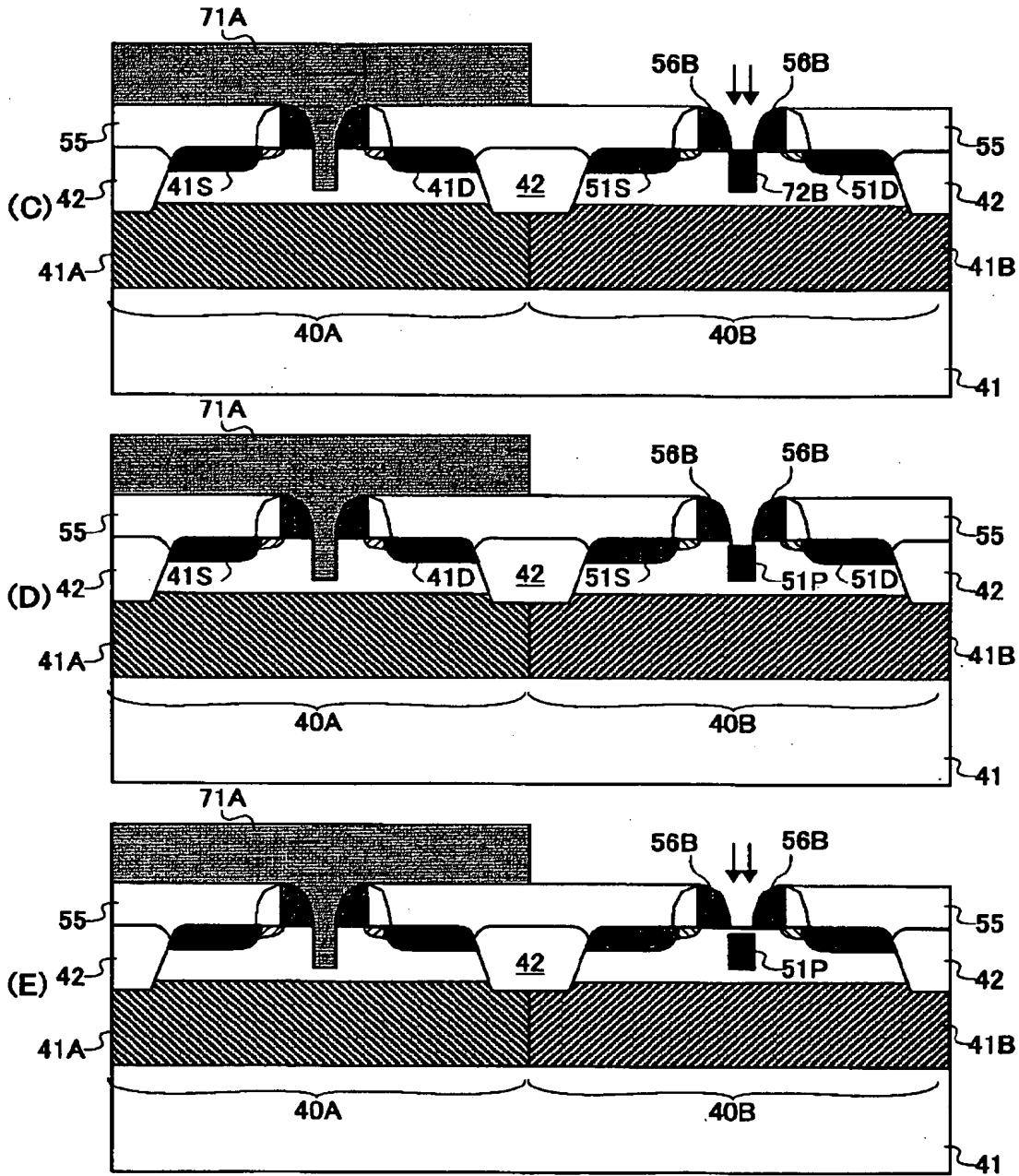
【図 28】

(A), (B)は、本発明の第3実施例によるCMOS集積回路装置の  
製造工程を示す図(その1)



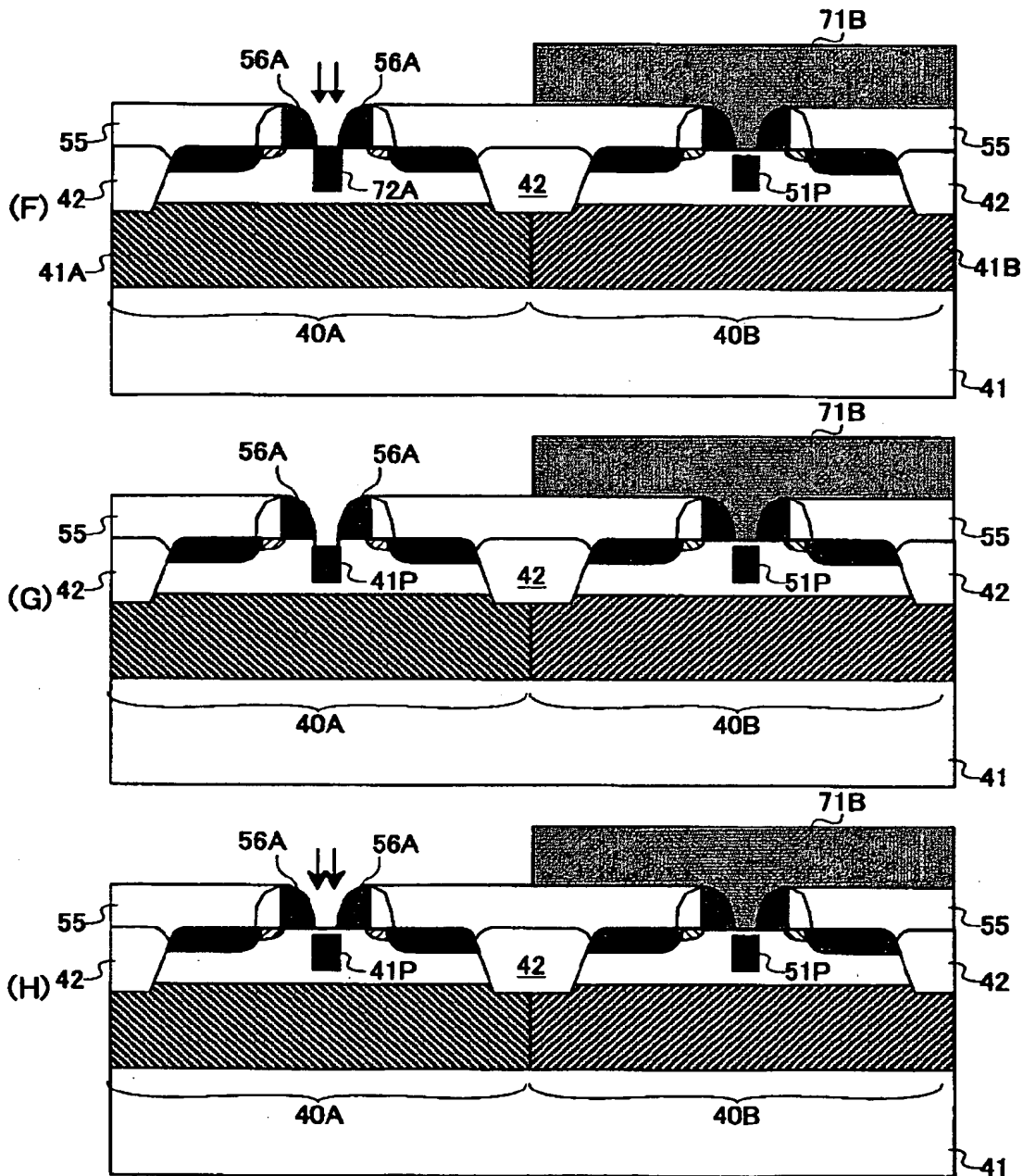
【図 29】

(C)～(E)は、本発明の第3実施例によるCMOS集積回路装置の製造工程を示す図(その2)



【図 30】

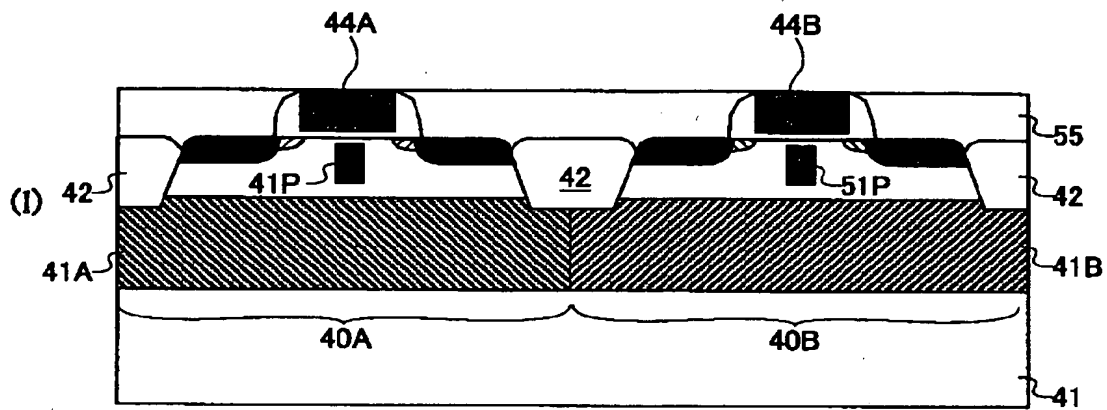
(F)～(H)は、本発明の第3実施例によるCMOS集積回路装置の製造工程を示す図(その3)





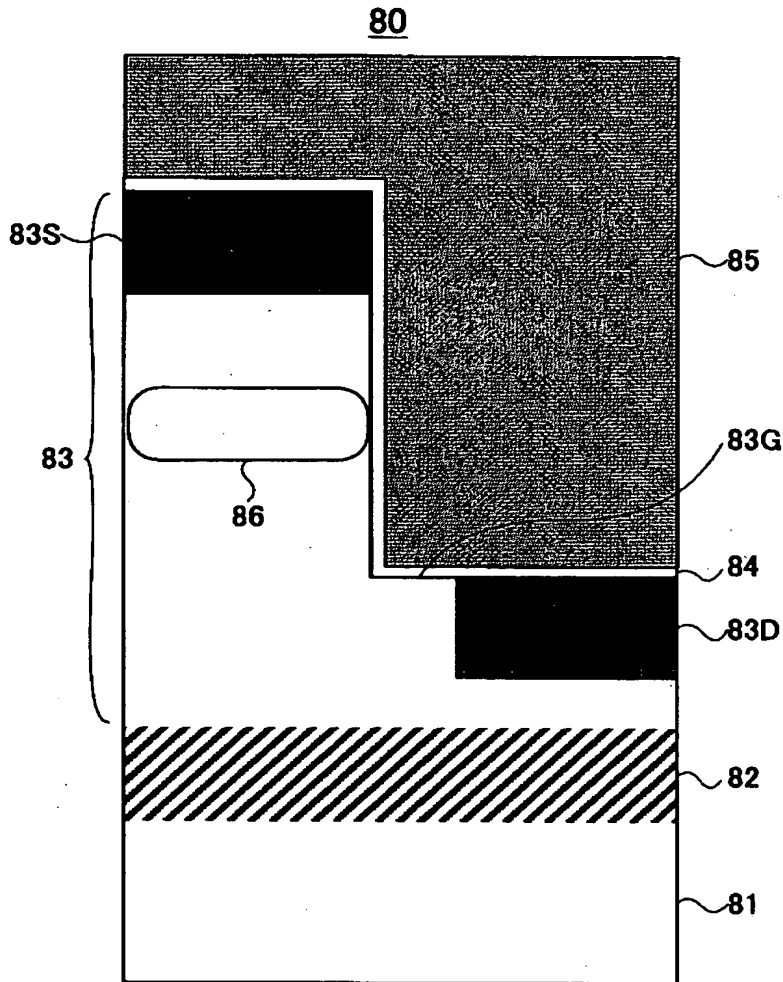
【図 3 1】

(I) は、本発明の第 3 実施例による CMOS 集積回路装置の  
製造工程を示す図(その 4)



【図 3 2】

本発明の第 4 実施例による半導体装置の構成を示す図



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 CMOS素子において、接合容量を増大させることなく、効果的なパンチスルーストップパを形成する。

【解決手段】 パンチスルーストップパを、チャネル領域中、ソースおよびドレイン領域から離間して、基板面に垂直方向に、チャネル領域下のウェルあるいはその近傍にまで到達するように形成する。

【選択図】 図 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005223]

1. 変更年月日 1996年 3月26日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号  
氏 名 富士通株式会社